

Philosophie der unbelebten Materie

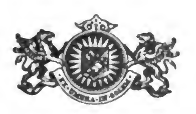
Hypothetische Darstellung
der Einheit des Stoffes und seines Bewegungsgesetzes

Von

Dr. Adolf Stöhr

a. ö. Professor der Philosophie an der Wiener Universität

Mit 35 Figuren.



Leipzig, 1907
Verlag von Johann Ambrosius Barth.

Druck von Grimme & Trömel in Leipzig.

Vorwort.

In meiner Schrift „Zur Philosophie des Uratomes“, Leipzig u. Wien 1904, hatte ich die Absicht, die Psychologie der Hypothesenbildung zu beleuchten. Ich wollte damals zeigen, daß es mehrere Ökonomiebedürfnisse des Denkens gebe, die untereinander in einen Kampf geraten können. Die Bedürfnisse selbst hängen mit der individuellen Konstitution zusammen. Auf der einen Seite wird jede Ausschaltung von Hypothesen angenehm empfunden; sie wird ökonomisch genannt, weil überflüssige, nicht zu den Tatsachen zu rechnende und nicht zu Tatsachen erhebbare Vorstellungen erspart werden. Auf der anderen Seite wird jede Häufung von Tatsachen ohne die Möglichkeit einer großen Übersichtlichkeit durch möglichst wenige und möglichst einfache Hypothesen als drückend und fast als zwecklos befunden, hingegen jede Ordnung durch anschauliche Hilfsvorstellungen als eine Art Erlösung, als eine Art Ersparung von Mühsal gewertet. Das Bedürfnis der rein detektiven Naturen hat eine andere Richtung als das Bedürfnis der konstruktiven, die auch zugleich rezeptiv sind. Von beiden verschieden sind die rein konstruktiven Geister, die eines anderen als des vulgären Stoffes für ihre Konstruktionen nicht bedürfen.

Zur Illustration des psychologischen Problemes mußte ich damals eine Hypothese skizzieren, um den Gegensatz zwischen den Extremen der „monenergetischen“ und der „polyenergetischen“ Vorstellungsweise möglichst anschaulich zu machen. Zu dieser Hypothese gehörte damals auch die Annahme von Uratomen mit möglichst wenigen Eigenschaften.

Durch die Gewöhnung an die Vorstellung des Uratomes und an die Operationen mit dem Eigenschaftenminimum kam ich dazu, das Interesse an den rein psychologischen Seiten dieser Fragen in die zweite Linie zu stellen. Es schien mir viel an-

sprechender zu sein, nun einmal im Ernste die Frage zu behandeln, ob der „monenergetische" Standpunkt für die Hypothetik der Materie möglich sei. Das heißt, ob es möglich sei, mit kleinsten Teilchen zu operieren, die gar keine anderen Eigenschaften haben als Ausdehnungsgröße einer Qualität x (die aber nicht in Undurchdringlichkeit besteht) und Geschwindigkeit; die sich wechselseitig nur im Falle der Berührung in mindestens einem Punkte nach einem einzigen Gesetze in der Bewegung bestimmen, ohne sich aus der Ferne angezogen zu haben und ohne sich aus der Nähe noch vor der Berührung abzustoßen. Der Wunsch, die Fernwirkung in den letzten Annahmen zu vermeiden, findet sich überall in der modernen Hypothetik. Was aber hier verhältnismäßig neu ist, das ist der Versuch, auch noch die Undurchdringlichkeit der letzten Teilchen wegzulassen und dadurch die Materie sozusagen zu „pneumatisieren". Die Begriffe der Kraft, der Arbeit, der Energie im Sinne der Befähigung zur Leistung physikalischer Arbeit werden dadurch für die Uratome selbst ausgeschaltet. Die Anwendbarkeit dieser Begriffe wird auf die sichtbaren und unsichtbaren Aggregate beschränkt, weil es sich um Vorkommnisse zu handeln scheint, die erst durch die Aggregation als solche möglich werden.

In dieser Weise entstand die gegenwärtige Arbeit, die sich durch ihren Zweck wie durch ihren Inhalt wesentlich von der „Philosophie des Uratomes" unterscheidet. Wie es in der Natur der Sache liegt, wurde der Begriff des „Uratomes" und die Formulierung des „Urstoßgesetzes", das für Uratome gelten soll, aus dieser kleinen Schrift unverändert hier herübergenommen, um beständige Rückverweisungen auf eine andere Publikation zu vermeiden.

Nach der Drucklegung der ersten neun Bogen dieser Arbeit erhielt ich im September 1906 das hochinteressante Buch von Prof. J. Sahulka „Erklärung der Gravitation, der Molekularkräfte, der Wärme, des Lichtes, der magnetischen und elektrischen Erscheinungen auf rein mechanischem, atomistischem Wege", Wien und Leipzig 1907. Es war mir daher nicht mehr möglich, diese Hypothese im Texte der gegenwärtigen Arbeit zu berücksichtigen. Ich muß mich begnügen, sie hier zu erwähnen.

Sahulka nimmt so wie ich Uratome an, die weder elastisch noch unelastisch genannt werden können, da diese Bezeich-

nungen erst für ein Aggregat aus Uratomen einen Sinn erhalten. Das einzelne Uratom verändert nicht seine Gestalt beim Zusammentreffen mit einem zweiten.

Meine Hypothese unterscheidet sich von der Sahulkas wesentlich in zwei Punkten: erstens ist für mich die Undurchdringlichkeit der Uratome ein Problem, für Sahulka eine Gewißheit; zweitens wähle ich eine andere Formel für die gegenseitige Bewegungsbestimmung zwischen zwei sich berührenden Uratomen.

Über die Durchdringlichkeit oder Undurchdringlichkeit der Uratome gibt es weder für den Physiker noch für den Philosophen eine Erfahrung, die verwertet oder verletzt werden könnte. Es gibt auch kein Axiom, das uns zu leiten vermag. Wenn die Erfüllung eines Raumteiles durch die Qualität x mit der Erfüllung eines anderen Raumteiles durch die Qualität y zur Kongruenz gebracht werden soll, so sind zwei Fälle denkbar. Entweder, es mischt sich die Qualität x mit der Qualität y zur Qualität z, dann heißen die beiden Erfüllungen füreinander durchdringlich; oder, die Qualitäten mischen sich nicht, und die Erfüllungen versagen die Kongruenz, dann heißen die beiden füreinander undurchdringlich.

Wir wissen nur, daß die sichtbaren Körper, die wir bereits als komplizierte Aggregate auffassen, füreinander undurchdringbar sind. Dieses Verhalten kann die Folge der Undurchdringlichkeit der letzten Teilchen sein. Das ist die eine Möglichkeit. Nun kann aber auch ein Bewegungsbestimmungsgesetz, das für die Berührung der Uratome gilt, so beschaffen sein, daß für gewisse Werte die Durchdringung und für andere die Umkehr, oder allgemeiner gesprochen keine Durchdringung erfolgt. Kehren die Teilchen um, so tun sie es nicht, weil sie durch eine Undurchdringlichkeit zur Umkehr gezwungen wurden, sondern weil sie durch dieses Bewegungsbestimmungsgesetz entgegengesetzte Richtungen einschlagen, so daß sie für diesen Fall nicht fähig sind, von ihrer Durchdringbarkeit sozusagen Gebrauch zu machen. In dieser Lage befinden sich nach den Konsequenzen der von mir gewählten Formel alle Aggregate sichtbarer Größe infolge der Komplikation ihres Baues. Das ist die andere Möglichkeit.

Würde ich die Undurchdringlichkeit als selbstverständlich hinnehmen, so käme ich in Verlegenheit zu sagen, warum ich nicht auch die Unmittelbarkeit der Anziehung aus der Ferne für

höchst einfach halte. Ist mir aber die Fernwirkung ein Problem, so darf mir auch die Undurchdringlichkeit ein Problem sein. Die Fernwirkung befriedigt mich nicht, weil sie nicht der Nötigung enthebt, eine Abstoßung hinzuzufügen. Diese wiederum nötigt entweder zur Annahme einer unmittelbaren Abstoßung aus der geringeren Entfernung oder aber zur Annahme eines Stoßgesetzes für die sich berührenden Uratome, mindestens in Flüssigkeiten und in festen Körpern. Hat man ein solches Urstoßgesetz, dann wird die unmittelbar anziehende und abstoßende Wirkung aus der Ferne überflüssig, weil sie aus den Uratomenstößen abgeleitet werden kann. Ebensowenig kann mich die Undurchdringlichkeit der Uratome befriedigen und aus denselben Gründen. Aus der Undurchdringlichkeit allein läßt sich nur jene Formel ableiten, die auch für absolut unelastische Aggregate gilt, aber nicht brauchbar ist, weil sie zur allmählichen Vernichtung der Bewegungsgrößen der Uratome der ganzen Welt führt. Wählt man aber eine andere Formel, die überhaupt nicht aus der Undurchdringlichkeit hergeleitet ist, so kann man die Undurchdringlichkeit der Aggregate aus diesem Bewegungsbestimmungsgesetze ableiten, und die Annahme der Eigenschaft der Undurchdringlichkeit der Uratome ersparen, wodurch die Vorstellung des Uratomes vereinfacht und die gesamte Auffassung der Materie wesentlich verändert wird.

Der zweite Unterschied zwischen meiner und Sahulkas Hypothese liegt in der Wahl der Formel für die gegenseitige Bewegungsbestimmung der Uratome im Augenblicke der Berührung. Ich wähle die Formel „Tausch der Bewegungsgrößen und der Richtungen“ also $mv = m'c'$ und $m'v' = mc$. Ich begründe diese Wahl durch die denkbar größte Einfachheit des Gesetzesinhaltes. Damit ist auch die Konstanz der Energie im Weltall angenommen. Ich folgere aber nicht die Formel der Bewegungsbestimmung aus der Konstanz, sondern die Konstanz aus der Stoßformel. Sahulka wählt die Formel, die auch sonst für den Stoß zwischen absolut elastischen Aggregaten gilt:

$$v = \frac{(m - m')c \pm 2m'c'}{m + m'} \text{ und } v' = \frac{\pm(m' - m)c' + 2mc}{m + m'}.$$

Das ist für den Stoß zwischen zwei Uratomen ein schwer verständlicher Gesetzesinhalt. Anders steht die Sache, wenn die Formel auf Aggregate angewendet wird. Dann erscheint die

Formel einfach, weil sie einer Begründung fähig ist. Die Begründung erfolgt erstens durch die Undurchdringlichkeit (Ausgleichung der Geschwindigkeiten), die auch zwischen undurchdringlichen Uratomen vor sich geht, und zweitens durch die Vorgänge innerhalb der Elementarstruktur des Aggregates (Rückstoß). Die zweite Begründungsmöglichkeit entfällt für Uratome, weil diese keine Elementarstruktur besitzen. Daher muß die zweite Begründung durch eine andere ersetzt werden.

Sahulka sucht diesen Ersatz in der Annahme, daß die Stoßformel so beschaffen sein müsse, daß die Summe der lebendigen Kräfte erhalten bleibt. Es wird also nicht die Konstanz der Energie aus der Urstoßformel abgeleitet wie in meiner Hypothese, sondern die Urstoßformel aus der Konstanz unter der Voraussetzung der Undurchdringlichkeit.

Da nun die Konstanz der Energie keine bewegende Ursache, sondern höchstens eine Zweckursache ist, so ist die Stoßformel bei Sahulka nur teleologisch begründet, ohne eine parallel gehende andere Begründung, die etwa in der denkbar größten Einfachheit des Gesetzesinhaltes gesucht werden könnte, weil diese dem Baustile der sichtbaren Natur entspricht. Die von mir gewählte Formel entspricht gleichfalls der Konstanz der Energie, aber ohne diese als eine Prämisse vorauszusetzen. Wenn einmal, wie in meiner Hypothese ausgeführt wird, der Weltzustand erreicht ist, worin die Bewegungsgrößen aller Uratome gleich geworden sind, so beharrt selbstverständlich mit mc und $m'c'$ beim Tausche gleicher Größen auch $\frac{mc^2}{2}$ und $\frac{m'c'^2}{2}$. Außerdem ergibt sich aus dem Sinne der Annahme durchdringlicher Uratome, daß für diese vom Anfange an die Konstanz nicht durch die lebendigen Kräfte, sondern durch die Bewegungsgrößen zu messen ist, wobei die Summe der Bewegungsgrößen vom Anfange an konstant bleibt.

Nun glaube ich aber sagen zu dürfen, daß diese tief gehenden Unterschiede in den Prämissen nicht verhindert haben, daß sich in den letzten Resultaten viele bemerkenswerte Übereinstimmungen finden. Die Urstoßgesetze sind eben korrelativ. Nimmt man durchdringliche Uratome an, so verbietet die für Physiker und Philosophen gleich zwingende Logik, die Formel des absolut elastischen Stoßes, wie sie für Aggregate gilt, anzuwenden;

nimmt man undurchdringliche Uratome an, so verbietet dieselbe Logik das von mir gewählte Urstoßgesetz auf diese Art Uratome zu übertragen.

In der Tendenz dürften beide Hypothesen vollständig übereinstimmen, daß der rein mechanische und atomistische Weg betreten werde mit Ausschluß der unmittelbaren Fernwirkung, mit Ausschluß der elektrischen Ladung der Ätherteilchen und der von ihnen ausgehenden Kraftfelder, mit Ausschluß einer geborgten hohen Temperatur der Sonne und der Fixsterne, und endlich mit Ausschluß der Separatmaterien und der Spezialanziehungen und Spezialabstoßungen; und zwar so, daß wieder einmal das anschauliche Vorstellen zu seinem Rechte komme und nur das der Rechnung unterzogen werde, was vorher klar und deutlich hat vorgestellt werden können.

Die vorliegende Arbeit wurde auf die Probleme der unbelebten Materie eingeschränkt. Die Folgen für die Auffassung der Probleme der belebten Materie, für die Auffassung der generatio spontanea, der Assimilation, der animalischen Elektrizität, der Kontraktilität und der Bindung des Bewußtseins sind so weittragend, daß sie einer eigenen Darstellung bedürfen.

Die Probleme der unbelebten Materie sind so weit verfolgt worden, bis ein Weg für die Möglichkeit einer monenergetischen Behandlungsweise sichtbar wurde. Die Wege überall ans Ende zu gehen oder alle Probleme in Angriff zu nehmen, dazu reichen viele Menschenleben nicht aus.

Die Auswahl der Probleme erfolgte durchaus nach dem rein methodologischen Gesichtspunkte und aus dem Interesse der reinen Hypothetik um ihrer selbst willen; also nicht aus dem physikalischen, sondern aus dem philosophisch-konstruktiven Bedürfnisse heraus. Will man das eine metaphysische Tendenz nennen, so habe ich nichts dagegen einzuwenden. Will man aber darin eine antimetaphysische Bestrebung erblicken, weil keine Erkenntnis, sondern nur eine Symbol-Konstruktion zu bieten versucht wird, so werde ich nicht widersprechen können.

Innerhalb der Naturforschung macht sich mehr und mehr das Bestreben geltend, alles Hypothetische, nicht nur das Metaphysische im engeren Sinne auszuscheiden, um zur hypothesenreinen und metaphysikfreien Forschung zu gelangen. Diese Bewegung ist offenbar erfreulich und ersprießlich; nicht nur für die experi-

mentelle Naturforschung, sondern auch für die konstruktive Naturphilosophie.

Die Hypothetik ist im Dienste der Forschung in manchen Punkten sozusagen fast degeneriert. Man schätzt ihre Dienste nicht mehr hoch ein. Anschauliche Hypothesen werden immer seltener. Die dienende Hypothese hat sich logisch nahezu vernachlässigt, weil sie logische Unvollkommenheiten und selbst kleinere Widersprüche besitzen durfte, wenn sie nur gute Dienste leistete.

Die Hypothetik der Materie ist auch ohne ein Dienstverhältnis um ihrer selbst willen möglich. In dieser Weise aufgefaßt ist sie ein Teil der Philosophie, der leider von vielen Philosophen stark vernachlässigt wird, als ob sich das Problem der Materie folgenlos ausschalten ließe. Die Hypothetik um ihrer selbst willen hat strengeren Anforderungen an den logischen Aufbau zu genügen, wodurch sie vor der Degeneration bewahrt bleibt. Die Anforderungen richten sich nämlich auf die Stilgerechtigkeit, die Einheitlichkeit und die Folgerichtigkeit, mit der der menschliche Bautrieb befriedigt werden soll, der die von der Forschung entdeckten Tatsachen an ihrem eigenen Baustile über die Grenzen der Erfahrbarkeit hinaus zu Ende vorstellen will. An eine eigentliche Erkenntnis, die über das künstlerische Vorstellen hinaus käme, ist dabei wohl nicht zu denken.

Die Trennung der Hypothetik um ihrer selbst willen von der exakten Forschung wird beiden Teilen nützen. Natürlich meine ich damit nicht eine Scheidung der Menschen, sondern nur eine Scheidung der Bücher. Jeder Naturforscher wird sich schließlich auch späterhin im Zeitalter der hypothesenreinen Forschung Hypothesen und Meinungen bilden. Andrerseits wird auch künftighin kein Hypothetiker ohne Kenntnis der Tatsachen und ohne Verständnis für die Freude an der exakten Behandlung bleiben können. Es macht nur einen unbefriedigenden Eindruck, wenn in demselben Buche die exakte Forschung mit der philosophischen Konstruktion kombiniert wird, das Ganze aber den Anspruch erhebt, für rein exakte Forschung genommen zu werden. Sicher wird der Forscher, wenn er gelegentlich als Hypothetiker auftritt, den Vorteil der Beherrschung des Stoffes haben. Andrerseits bringt aber die Beherrschung des Stoffes nicht von selbst die Veranlagung zur Formung der Ergänzung des beherrschten

Stoffes mit sich; sie kann unter Umständen sogar befangen machen, weil sich die Hypothetik auf Gebiete bezieht, auf denen keine Erfahrungen gesammelt werden können und worauf die Erfahrungen, die an dem sinnenfälligen Stoffe gesammelt wurden, nicht unverändert übertragen werden dürfen.

Die Hypothetik der Materie um ihrer selbst willen scheint mir ein wesentlicher Bestandteil der Philosophie sein zu müssen, der auch als Vorarbeit für die anderen philosophischen und psychologischen Bestrebungen in Betracht kommt.

Die Psychophysik, die sich mit dem Probleme der Bindung des Bewußtseins an die Materie beschäftigt oder doch beschäftigen sollte, wird kaum in gewissen wichtigen Punkten gefördert werden können, wenn man dem Probleme der Materie ausweicht.

Das Interesse der Philosophie hat zwei Richtungen, die sich ergänzen.

Die sinnenfällige Wirklichkeit wird in der Philosophie der belebten und der unbelebten Materie in die kleinsten Teile hinab ausgebaut. Das ist die eigentliche Hypothethik um ihrer selbst willen, der Unterbau oder die Substruktion. Dabei handelt es sich um ein anschauliches Symbol der Beschaffenheit, nicht um die wirkliche Beschaffenheit der Materie an sich und nicht um die Herkunft der Materie an sich.

Andrerseits kann die sinnenfällige Materie als ein Ursprung und nicht nur als das Ergebnis anderer Wirklichkeiten genommen werden. Nicht nur die sinnenfällige Materie, sondern der gesamte menschliche Bewußtseinsinhalt kann als etwas aufgefaßt werden, woraus andere Wirklichkeiten entspringen. So gut wir nicht empfinden, woher unsere Eindrücke kommen, so gut empfinden wir auch nicht, was durch sie hervorgebracht wird. Wir können nicht beweisen, daß unser Bewußtseinsinhalt ein entbehrliches Epiphänomenon sei; er kann ein Mesophänomenon sein, das zwischen zwei unsichtbaren Wirklichkeiten liegt und daher eine kausale und eine effektuale Seite zugleich hat.

Der Philosophie, die nur nach unten baut, fehlt sozusagen der weitere Blick und die Ahnung der Folgen. Der Philosophie, die nur nach oben bauen will, fehlt der Unterbau und die Geduld.

Wien, im Oktober 1906.

Inhalt.

Seite

I. Der erkenntnistheoretische Charakter der Atomistik.

1. Psychologie der Hypothesen 1
2. Die Hypothetik, Naturphilosophie, substruierende Metaphysik oder Metaphysik der Materie im Unterschiede von der Naturforschung . 7
3. Philosophie der unbelebten und der belebten Materie. Psychophysiologie 12
4. Grundsätze der Hypothetik 14
5. „Energetisches“ oder atomistisches Weltbild? 16

II. Uratome oder die Bausteine der Materie.

6. Die kleinste Zahl von Eigenschaften des letzten Teilchens oder des Uratomes 21
7. Gleiche oder ungleiche Größe, Gestalt und Geschwindigkeit der Uratome? 30
8. Masse und Bewegungsgröße des Uratomes 31
9. Uratome verlangen ein Urstoßgesetz 34
10. Bewertung der Versuche, ein Urstoßgesetz zu konstruieren . . . 40
11. Neuer Versuch der Konstruktion eines Urstoßgesetzes. — Zentraler Stoß zweier Uratome 41
12. Fortsetzung des Versuches der Konstruktion eines Urstoßgesetzes. — Schiefer Stoß zweier Uratome 49
13. Fortsetzung des Versuches der Konstruktion eines Urstoßgesetzes. — Schiefer Stoß dreier Uratome. — Mittelbare Berührung 51
14. Fortsetzung des Versuches der Konstruktion eines Urstoßgesetzes. — Ballung von Uratomen 62
15. Wachstum der Uratomenballungen 67
16. Grenze des Wachstums der Uratomenballungen. — Eigengeschwindigkeit der Uratome und ihrer Ballungen 71
17. Folgen der Eigengeschwindigkeiten der Uratome. — Eine neue Ursache der Ballung der Materie. — Es wird ein Weltzustand herbeigeführt, worin die großen Uratome ungleiche Masse und ungleiche Eigengeschwindigkeit haben 73

Seite

18. Fortsetzung des Versuches der Konstruktion eines Urstoßgesetzes. — Gerader Stoß dreier Uratome. — Teilbarkeit der Uratome. — Selbstdifferenzierung der Materie 77
19. „Radiation“ durch die großen Uratome und durch die großen Uratomenballungen 85
20. Eigengeschwindigkeit und translatorische Geschwindigkeit der Uratome 89

III. Baustufen der unbelebten Materie oder Aggregate der ersten bis siebenten Ordnung und ihre Häufungen.

A. Aggregate erster Ordnung: chemische Prothyleinheiten, Elektrizitätsatome, „aktinische“ Atome. . . 91
21. Entstehung von Aggregaten erster Ordnung aus den Uratomenballungen. — Das Amer 91
22. Das zweiamerige Aggregat erzeugt aus seiner eigenen Struktur eine translatorische Eigengeschwindigkeit und eine Eigenrichtung . . . 98
23. Wachstum der Aggregate erster Ordnung. — Eigengeschwindigkeit, Eigenrichtung, Gestalt, Größe und Stoß der Aggregate erster Ordnung. Grenze des Wachstums und Grenzen der Volumengröße. Innenbewegung oder Wärme 99
24. Unterschied zwischen Äther und Gas erster Ordnung. — Die Gaskugel aus Gas erster Ordnung 113
B. Aggregate zweiter Ordnung 124
25. Aggregation von Prothyleinheiten zu Aggregaten zweiter Ordnung. — Eine hypothetische Zwischenstufe zwischen den Prothyleinheiten und den Atomen der Chemie, das Atomogen 124
26. Die Gaskugeln aus Gas zweiter Ordnung. — Atomogengas . . . 133
C. Aggregate dritter Ordnung. Chemische Atome. Elementenbildung 133
27. Aggregation von Aggregaten zweiter Ordnung zu chemischen Atomen 133
28. Die Gaskugeln aus Gas dritter Ordnung (Atomengas). Die Sonne hat die Quelle ihrer Wärme unverlierbar in sich selbst 145
29. Der „kosmorganische“ Zustand. — Die vermutliche Ursache der langsamen Rotation des Mondes 151
D. Aggregate vierter Ordnung. Chemische Gasmoleküle 158
30. Aggregation von chemischen Atomen zu Gasmolekülen 158
31. Die Gaskugeln aus Gas vierter Ordnung. Die Gestalt der Kometen 165
32. Das Problem des Chemismus 169
33. Das Problem des Avogadroschen Gesetzes 181
E. Aggregate fünfter Ordnung 184
34. Entstehung von Aggregaten fünfter Ordnung aus Aggregaten vierter Ordnung 184
35. Flüssigkeiten werden aus Aggregaten mindestens fünfter Ordnung gebildet. — Wäßrige Salzlösungen 185
36. Dampf im Unterschiede vom Gase 192





Seite

F. Aggregate sechster Ordnung 194
37. Entstehung von Aggregaten sechster Ordnung aus Aggregaten fünfter Ordnung 194
38. Staubkugeln aus Aggregaten sechster Ordnung. Rauch. Öle. Ätherflüssigkeiten. Flüssiges Quecksilber 195
G. Aggregate siebenter Ordnung 199
39. Entstehung von Aggregaten siebenter Ordnung aus Aggregaten sechster Ordnung. Ungleiche Ausdehnung chemisch ungleicher Körper durch Wärme 199
40. Feste Körper sind Aggregate siebenter Ordnung. Häufung fester Körper 201

IV. Eigengeschwindigkeiten und von außen erteilte Geschwindigkeiten.

41. Die Veränderlichkeit der translatorischen Eigengeschwindigkeiten . 207
42. Die translatorischen Geschwindigkeiten der Aggregate höherer Ordnung sind Einwicklungen der Geschwindigkeiten der Aggregate niederer Ordnung 208
43. Erteilung einer Geschwindigkeit von außen heißt nur Gleichrichtung eines Teiles der zerworfenen Eigengeschwindigkeiten 213
44. Die Erzeugung der Schwere und des freien Falles 216
45. Gleichheit der Fallgeschwindigkeiten im luftleeren Raume 228
46. Bewegungserteilung durch einen Stoß zwischen festen Körpern. Undurchdringlichkeit der festen Körper 230
47. Wägbarkeit der Materie 241

V. Kreisläufe in den Bewegungserteilungen.

48. Rotation um eine Achse und Revolution um einen Zentralkörper . 249
49. Das Problem der Entropie 262
50. Das Problem der räumlichen und zeitlichen Endlichkeit der Welt . 272

VI. Ist es möglich, die Elektrizitätshypothesen monenergetisch zu formen?

51. Die keraunische Materie 281
52. Bindung und Influenz der Elektrizität. Die Temperatur der keraunischen Materie 286
53. Nicht zwei Klassen keraunischer Atome 290
54. Chemische Materie kann durch keraunische bewegt werden . . . 290
55. Das Problem der Abstoßung chemischer Materie durch negative Ladungen 294
56. Elektrische Vorgänge und keraunische Materie 298
57. Geschwindigkeiten in der Elektrizitätstheorie 299
58. Elektrisches Ladungs- und Leitungsvermögen 303
59. Der einfachste keraunische Strom 314

Seite

60. Die Schließung der Strombahn im Kreise 317
61. Durch die elektrische Ladung kann der Chemismus nicht erzeugt, sondern nur ein latenter Chemismus frei gemacht werden 323
62. Kathodenstrahlen 327
63. Röntgenstrahlen 333
64. Das Problem der Radiumstrahlung 337
65. Die Verteilung der keraunischen Materie 346
66. Drehung einer Strombahn durch eine andere 350
67. Ampères Erklärung des Magnetismus und die Möglichkeit einer anderen Erklärung gleich anschaulicher Art 353
68. Die Atome des keraunischen Stromes und die empirischen elektrischen Maßeinheiten 364

VII. Ist es möglich, den monenergetischen Standpunkt auch für die strahlende Energie festzuhalten?

69. Die aktinische Materie als feinstes Gas 376
70. Emission, Undulation oder Remission? 378
71. Die Schwierigkeit des Problemes der Lichtreflexion 384
72. Probleme der Lichtgeschwindigkeit, die für die reine Hypothetik wichtig sind 386
73. Ist die Polarisation mit der Emissionshypothese wirklich prinzipiell unvereinbar? 390
74. Die zirkulare Polarisation 399
75. Die drahtlose Telegraphie 405
Register 416

I. Der erkenntnistheoretische Charakter der Atomistik.

1. Psychologie der Hypothesen.

Es gibt Hypothesen, die induktiv entstehen, und nichts anderes sind als erfahrungsmäßige Schlüsse von der Wirkung auf die Ursache. Sind zum Beispiele aus einer Urne drei weiße Kugeln gezogen worden, die nach dem Zuge wieder in die Urne zurückgelegt wurden, und ist andrerseits bekannt gegeben, daß sich in der Urne sechs Kugeln befinden, die entweder nur weiß oder aus weißen und schwarzen gemischt sind, so läßt sich die Wahrscheinlichkeit, daß sechs weiße Kugeln in die Urne gelegt worden sein mögen, mathematisch genau ausdrücken. Die Hypothesen, die über den Urneninhalt aufgestellt werden, sind hier nichts anderes als die induktiv erzeugten Erwartungen, daß aus einer Urne eine jener Kugeln herauskommen wird, die man hineingelegt hat. Zur Gewinnung solcher Hypothesen ist keine Phantasie erforderlich und überhaupt keine frei formende Konstruktion. Es handelt sich hier nur darum, die Zahl der induktiv erzeugten Erwartungen richtig zu ermitteln, und den Fehler zu vermeiden, daß man ein Bündel von Erwartungen, die durch gleiche Erfolge der erwarteten Ereignisse zusammengehalten werden, als eine einzige Erwartung zählt. Man wird also eine weiße Kugel nicht als einen einzigen Fall zählen, wenn sechs weiße Kugeln vermutet werden, sondern als einen aus sechs gleichen Fällen. Bei diesen Abzählungen spielt das Eigenleben oder die unberechenbaren Einfälle keine Rolle. Die Atomistiken gehören offenbar nicht zu den induktiv erzeugten Hypothesen oder zu den durch die Erfahrung eingeprägten und erzeugten Erwartungen.

Im Gegensatze zu den induzierten stehen die konstruierten Hypothesen. Diese werden nicht durch die Erfahrung erzeugt, sondern nur durch die Erfahrungen angeregt. Zu diesen gehört auch jede Atomistik. Man wird niemals die Atome selbst sehen können, auch wenn sie groß genug wären. Im besten Falle würde nur jener Eindruck in den Bewußtseinsinhalt gelangen, der der Einwirkung des Atomes auf unser Auge durch die Erzeugung eines Netzhautbildes entspräche. Dabei bleibt immer die Frage offen, wie weit dieser Eindruck mit dem Atome in Wirklichkeit außerhalb unseres Bewußtseins irgendwelche Ähnlichkeit besitzt, und ob das, was man ein Atom außerhalb des menschlichen Bewußtseinsinhaltes nennt, überhaupt materiell sei. Jede Atomistik konstruiert aus der menschlichen Phantasie, angeregt durch den Eindruck der sinnenfälligen Materie, einen Unterbau dieser Materie bis in die letzten Teilchen hinab. Die Gruppe der konstruierten Hypothesen setzt ein Eigenleben der Neurone und ein Eigenleben des menschlichen Geistes voraus, das nicht assoziativ entsteht, sondern das assoziativ Rezipierte umzugestalten vermag.

Die Hypothesen sind teils dienend, teils um ihrer selbst willen gebaut oder frei. So ist zum Beispiele eine Hypothese über einen Urneninhalt keinem Zwecke dienstbar; sie kann aber durch Spiel und Wette in den Dienst eines Zweckes gestellt werden. Hypothesen dieser Art sind nur uneigentliche Hypothesen; man kann sie besser induktiv erzeugte Erwartungen nennen. Werden in eine Urne vier weiße und zwei schwarze Kugeln gelegt, so entsteht die Erwartung, daß eine weiße Kugel gezogen werde, im Wettbewerbe mit der anderen, daß eine schwarze gezogen wird. Umgekehrt entsteht aus dem Zuge einer weißen Kugel die Erwartung, daß in der Urne noch eine weiße Kugel angetroffen werden wird, wenn bekannt gegeben ist, daß sich darin sechs Kugeln befinden; unbekannt, ob weiß oder schwarz.

Die dienenden Hypothesen sind gewöhnlich den Zwecken der Erklärung, der Gedächtnishilfe, der Entdeckungshilfe und der Erfindungshilfe untergeordnet.

Die Erklärung ist mit einem anderen Worte die Enträtselung einer Erscheinung. Wenn es gelingt, eine befremdende



Tatsache auf ein Zusammenwirken bekannter Tatsachen zurückzuführen, so tritt eine gewisse Befriedigung über die Enträtselung dessen ein, was befremdend gewesen war. Das Bekannte erscheint deshalb nicht mehr rätselhaft, weil die Empfindung für das Rätselhafte abgestumpft ist. Die Apperzeption der Eindrücke erfolgt in leicht durchfahrenen und festgelegten Bahnen, wodurch die Reflexion über die Eindrücke ausgeschaltet wird. Alle Erklärungen sind daher nur relativ zu unserer Gewohnheit. Eine absolute Enträtselung der Welt wird weder erreicht noch angestrebt. Auch die relative Erklärung hat ihre psychologische Existenzberechtigung und daher ihr Verdienst.

Es gibt Hypothesentheoretiker, die nur die Erklärung als den einzigen Zweck aller Hypothesen gelten lassen. Daraus wird ihre Vorschrift verständlich, jede Hypothese dürfe nur Bekanntes enthalten. Selbstverständlich kann man nicht Befremdendes auf Unbekanntes in befriedigender Weise zurückführen. Dieselbe Vorschrift kann in Bezug auf andere Aufgaben der Hypothesen überflüssig und in Bezug auf wiederum andere widersinnig werden. Die Vorschriften über den Hypothesenbau werden daher am besten unter der Einschränkung auf einen bestimmten Zweck der Hypothese gegeben. Durch die Erläuterung des Zweckes werden übrigens die Vorschriften so selbstverständlich, daß sie überflüssig erscheinen.

Den Zweck der Gedächtnishilfe wird eine Hypothese dann am besten erreichen, wenn sich die Tatsachen zusammen mit dieser Hypothese leichter einprägen als ohne sie und leichter als zusammen mit einer anderen. Für mnemotechnische Zwecke rückt der Erklärungswert in die zweite Linie. Mit der kausalen Formung ist auch gewöhnlich eine gute mnemotechnische Verwertbarkeit verbunden. Aber auch nichts erklärende Hypothesen können eine wertvolle Stütze des Gedächtnisses sein. Selbst Fiktionen, bei denen man überzeugt ist, es sei nicht so, wie es vorgestellt wird, können dem Gedächtnisse dienen. Eine Hypothese ist eine Vorstellung verbunden mit einem Glauben von einem gewissen Wahrscheinlichkeitsgrade, daß das Vorgestellte auch wirklich sei; eine Fiktion ist eine Vorstellung mit der begleitenden Überzeugung, daß das Vorgestellte nicht wirklich sei; eine ordnende Hilfsvorstellung ist eine Vorstellung, die

weder von einem solchen Glauben noch von einem solchen Unglauben begleitet ist und nur dem Zwecke dient, den Bewußtseinsinhalt zu ordnen, das heißt übersichtlich zu machen. Aus einer ordnenden Hilfsvorstellung kann eine Hypothese werden, indem der Wahrscheinlichkeitswert hinzutritt; vorausgesetzt, daß er hinzutreten kann. Aus einer Hypothese kann eine ordnende Hilfsvorstellung werden, indem der begleitende Glaube an die Wirklichkeit des Vorgestellten für die Beachtung ausgeschaltet wird. Alle drei: Hypothese, Fiktion und ordnende Hilfsvorstellung können der Gedächtnishilfe dienstbar gemacht werden. Es hängt von der Erfahrung und von dem einzelnen Falle ab, wie die Einprägung und wie die Erinnerung am zweckmäßigsten gefördert wird.

Der Zweck der Entdeckungshilfe hatte lange Zeit viele Anhänger. Heute wird es vielfach in Frage gestellt, ob neue Tatsachen, die man auf Grund einer Hypothese gefunden hat, nicht ebenso leicht etwas später auch ohne diese Hypothese gefunden worden wären, vielleicht sogar ohne sie früher? Ob nicht vielleicht nur die Einbildung nebenher lief, daß man die Entdeckung auf Grund der Hypothese gemacht habe? Wenn eine Hypothese die Aufmerksamkeit lenkt und dadurch Entdeckungen erleichtert, macht sie nicht eben dadurch befangen und erschwert sie nicht die Entdeckung nach anderen Richtungen? Wenn es Hypothesen gibt, die für die Entdeckung neuer Tatsachen mehr Nutzen als Schaden gebracht haben, so wird ihr Wert durch die Leistung bestimmt. Bei einer guten Leistung wird es gleichgültig sein, ob die Hypothese Bekanntes oder Unbekanntes enthielt, ob sie anschaulich war oder in einer unanschaulichen Formel bestand. Auch die Beständigkeit der Hypothese hat mit dem Werte der Dienstleistung wenig zu tun. Wenn eine Hypothese zu einer Entdeckung führt, durch die sie sich selbst widerlegt, so hat sie ihren Zweck erfüllt; sofern sie nur in Wirklichkeit zur Probe getrieben hat. Sie wird durch ihre Selbstauflösung die Anregung geben, eine neue Hypothese an ihre Stelle zu setzen, die wieder an ihrer Leistung scheitert. Soweit die Entdeckungshilfe in Betracht kommt, sollte man die Hypothesen in anregende und in beruhigende unterscheiden. Die beruhigenden Hypothesen sind für diesen Zweck immer schäd-

lich, auch wenn sie geistreich sind. Man müßte die Geschichte der Entdeckungen unter dem Gesichtspunkte der wirklichen, der nur eingebildeten und der mangelnden Unterstützung der Hypothesen sowie unter dem Gesichtspunkte der irreführenden und befangen machenden Einwirkungen durchprüfen und ordnen, um hier zu einem abschließenden Urteile zu gelangen.

Für den Erfindungszweck gilt dasselbe wie für den Entdeckungszweck in sinngemäßer Anwendung.

Die freien, um ihrer selbst willen gebauten Hypothesen sind frei vom Dienste der Erklärung, des Gedächtnisses, der Entdeckung und der Erfindung. In einem gewissen anderen Sinne sind auch sie unfrei, da sie dem Zwecke untergeordnet sind, dem Ausbaue des sinnenfälligen Weltbildes zu dienen. Der Ausbau selbst ist keinem Zwecke untergeordnet. Soweit nun der Inhalt einer Hypothese mit dem Ausbau identisch ist, so weit hat die Hypothese ihren Zweck in sich selbst.

Die sinnenfällige Welt zeigt ein gewisses Etwas, das man die Baustufen der Materie nennen könnte. Einen vielzelligen und in Gewebe differenzierten Organismus kann man eine höhere, das einzelne Gewebe selbst eine niederere Baustufe nennen. Die Ausdrücke sind zueinander korrelativ. Die Zelle ist eine niederere, das Gewebe eine höhere Baustufe, wiederum korrelativ zueinander. Was auf einer niedereren Baustufe begrifflich als etwas Ganzes aufgefaßt wird, ist für die nächst höhere Baustufe ein Teil eines anderen und höheren Ganzen. Die Baustufen können auch die Stufen der Gliederung der Materie genannt werden.

Soweit das menschliche Auge reicht, zeigt sich die Gliederung der belebten Materie. Außerdem finden sich zahlreiche Erscheinungen, die auf eine feine und komplizierte Gliederung oder Struktur der unbelebten Materie hinweisen. Die Menschen haben nun den Trieb, diese Gliederung, diese Baustufen der Materie im Weltbilde soweit als möglich in der Phantasie und aus der Phantasie fortzusetzen. Die Phantasie verfährt dabei nicht willkürlich. Sie wird an die Analogie zu den Tatsachen gebunden. Sie darf nichts formen, was den Tatsachen widerspricht, oder dessen Konsequenzen mit den Tatsachen unverträglich wären. Sie ist wissenschaftsähnliche Phantasie. Der Leitfaden der Analogie zu den Tatsachen allein ist aber nur

regulativ, nicht konstitutiv zu gebrauchen. Die Phantasie muß Einfälle herbeischaffen, geniale oder assoziative, aber immer Einfälle, und nicht induktive Einprägungen. Durch Einfälle und Auslese der Einfälle schreitet der in sich stilgerechte Ausbau des Weltbildes fort.

Die Betätigung dieses Bautriebes ist wesentlich künstlerisch. Die Unfreiheit in der Ausarbeitung der Einfälle bringt es mit sich, daß die Gebilde wissenschaftsähnlich werden.

Die Frage, ob der hypothetische Ausbau des Weltbildes durch viele niedere Baustufen der Materie eine Sache der Wissenschaft genannt werden dürfe, scheint mir entbehrlich zu sein. Die Hauptsache bleibt die Frage, ob es auch fernerhin eine genügend große Anzahl von Menschen geben wird, denen es eine Befriedigung gewährt, an diesem Ausbau zu arbeiten, und die die Hoffnung nicht aufgeben, daß die fortschreitende Kenntnis der Tatsachen eine Annäherung an eine gleiche, den individuellen Abweichungen immer engere Grenzen setzende Ausführung dieses Weltbildes zur Folge haben werde. Je geringer die Kenntnis der Tatsachen ist, desto größer ist die Zahl der sich von selbst darbietenden Hypothesen, die diesen Tatsachen genügen.

Für Hypothesen dieser Art wird die Vorschrift widersinnig, daß in Hypothesen nur Bekanntes enthalten sein dürfe, weil sonst der Erklärungszweck nicht erreicht wird. Man quäle sich doch nicht immer mit der Enträtselungsaufgabe. Hier handelt es sich darum, Neues zu ersinnen, und derartig zu ersinnen, daß das bekannte Sinnenfällige mit den ersonnenen Bausteinen gebaut vorgestellt werden kann; daß das Sinnenfällige aus dem Ersonnenen konstruktiv folgt; daß das Sinnenfällige unter den Gesichtspunkt der Evolution gebracht wird. Das Hypothetische darf hier nichts Bekanntes sein, auch nichts schlechthin Unbekanntes; es muß vielmehr aus geschickt getroffenen Vereinfachungen des Bekannten bestehen.

Die Vereinfachung ist nicht identisch mit der kleinsten Zahl der anzunehmenden Gebilde. So ist zum Beispiele vielfach die Meinung vertreten, eine Hypothese sei nicht gut gebaut, wenn für das Licht und für die Gravitation zwei verschiedene Äther angenommen werden müssen. Solche Fragen lassen sich immer

dahin richten, ob wirklich zwei Äther, zwei Klassen der materiellen letzten Teilchen u. s. f. angenommen werden müssen, oder ob man mit zwei Baustufen derselben Materie auskomme. Wenn zum Beispiele die sogenannten Atome des sogenannten Lichtäthers als Aggregate kleinerer Einheiten vorgestellt werden, hingegen die sogenannten Atome des sogenannten Gravifikationsäthers als isolierte, nicht aggregierte Einheiten derselben Materie, nur etwa kleiner und schneller als die aggregierten, so hört das Bedenken gegen die Zweiheit der Annahmen auf. Hinsichtlich der Feinheit der Gliederung läßt sich der Materie sehr viel zumuten; hingegen ist die Annahme einer Mehrheit von Materien, zum Beispiele einer chemischen und eines davon gänzlich in den letzten Eigenschaften verschiedenen Äthers und auch die Annahme von wesentlich davon verschiedenen Elektronen oder Einheiten einer Elektrizitätsmaterie immer unbefriedigend.

Der Baustil der Natur ist so beschaffen, daß die Gebilde niedriger Stufen eigenschaftsärmer und überhaupt einfacher sind. Daher bringt es die Nachahmung des Baustiles mit sich, daß das Sinnenfällige durch immer weniger Kompliziertes von Baustufe zu Baustufe abwärts ergänzt wird.

Die Ausgestaltung des Weltbildes nach unten oder in der Richtung nach den letzten Teilchen ist daher untrennbar mit Vereinfachung verbunden.

Vereinfachung heißt aber nicht Verarmung des Ganzen, sondern nur Vereinfachung auf den niederen Baustufen, so daß in das Ganze der Zug und die Stimmung der Evolution kommt. Das Ganze heißt wiederum vereinfacht, wenn es sub specie evolutionis vorgestellt werden kann.

2. Die Hypothetik, Naturphilosophie, substruierende Metaphysik oder Metaphysik der Materie im Unterschiede von der Naturforschung.

Die Naturforschung ergibt die Naturwissenschaft, und der Gegenstand der Naturforschung ist im Grunde genommen nur die sinnenfällige Materie, die möglichst genau und möglichst ökonomisch im Ausdrucke nach Maß, Zahl und Gewicht beschrieben werden kann. Die Erfahrung kann durch das Ex-

periment künstlich vereinfacht und auch künstlich bereichert werden.

Was über die Beschreibung der Erfahrung hinausgeht, indem es der konstruierenden Phantasie entnommen wird, gehört nicht mehr zur Naturwissenschaft im strengen Sinne des Wortes.

Die Entwicklung der Begriffe des empfindenden Subjektes und des empfundenen Objektes hat weiter dazu gedrängt, die sinnenfällige Materie nicht als einmal, sondern als vielmal und vielleicht unendlichmal wirklich seiend vorzustellen. Jedem Menschen entspricht eine besondere Welt der ihm erscheinenden oder für ihn sinnenfälligen Wirklichkeit, seine eigene Welt. Was dem *A* sinnenfällig wirklich ist, ist für den *B* keine erscheinende Wirklichkeit und umgekehrt. Was für *A* in seiner Welt wirklich ist, ist für *B* außerhalb seiner Welt. Daher kann *A* alles was ihm erscheint, den wirklichen Inhalt seiner Innenwelt nennen, und alles andere, wovon er annimmt, daß es dem *B* sinnenfällig sei, einen Inhalt einer Außenwelt, und zwar einer Außenwelt für *A*, die zugleich eine Innenwelt für *B* ist. „Derselbe“ Tisch, den zehn Personen sehen, existiert zehnmal in zehn verschiedenen Welten, in jeder Welt je einmal. Jede dieser Welten nennt sich selbst durch den Mund ihrer Zentralperson eine Innenwelt, und sie nennt alle übrigen in ihr nur vorgestellten Welten „Außenwelten“. Es wird nicht „derselbe“ Tisch von zehn Personen gesehen, sondern es werden zehn ähnliche, nicht einmal gleiche Tische von zehn Personen so gesehen, daß je eine Person nur je einen Tisch sieht. Alle diese Tische sind Wirklichkeiten, und jede Wirklichkeit ist für die andere verschlossen. Diese zehn Tische sind wiederum von einem elften abhängig, der in einer Außenwelt wirklich ist, die für jede der Personen Außenwelt heißt, und daher die allen Menschen gemeinsam gegenüberstehende Außenwelt oder die Außenwelt im engeren Sinne genannt werden kann.

In dieser Außenwelt besteht der Tisch vielleicht aus Atomen und Molekülen, die nur zu einem tischförmigen Umrisse zusammengehalten werden.

Diese Außenwelt kann weder gesehen, noch gefühlt, noch gehört werden. Es ist nur möglich, innerhalb der eigenen Innenwelt oder Ichwelt ein Modell zu konstruieren, Außenwelts-Modell

zu nennen, und so zu behandeln, als wäre es die wirkliche Außenwelt.

Diese Bildung des Begriffes der Weltenvielheit und der Abhängigkeitsverhältnisse zwischen den Einheiten dieser Vielheit ist eine, und zwar die einschneidendste philosophische Begriffsbildung, die im Laufe der Geschichte der Philosophie ziemlich spät aufgetreten ist. Dieser Begriff ist auch heute noch sehr vielen sonst gebildeten Menschen einfach unerreichbar, obwohl er eigentlich keine Schwierigkeiten enthält, sobald er einmal gewonnen ist.

Atome gibt es nur, wenn es welche gibt, in der gemeinsam allen menschlichen Bewußtseinseinheite ngegenüberstehenden Außenwelt. Atomistik ist Metaphysik; die Atomistik ist keine Naturwissenschaft, sondern eine Konstruktion der Naturphilosophie.

Es ist möglich, daß ein Atomistiker sich einbildet, er treibe keine Metaphysik. Es ist nicht notwendig, daß jeder Atomistiker sich erkenntnistheoretisch darüber klar sei, was er tue. Es ist denkbar, daß eine Atomistik rechnerisch genial gemacht oder aber den Tatsachen besser angepaßt ist oder aber eine ungewöhnlich große Menge von Tatsachen zum Ausgangspunkte nimmt, und trotzdem sich nicht als Metaphysik erkennen kann oder will. Das ändert aber an dem erkenntnistheoretischen Charakter des Ganzen nichts, weil dieser von der erkenntnistheoretischen Meinung des Baukünstlers über seine Kunst unabhängig ist. Der Wert liegt häufig mehr in dem, was der Atomistiker schafft, als in der Selbstbeobachtung des Schaffenden.

Die Metaphysik der Materie ist im wesentlichen die Befriedigung eines Bautriebes. Sie hat mit der eigentlichen Erkenntnis im Sinne der Naturforschung nichts zu tun. Sie blickt nicht in die echte Außenwelt hinein. Sie konstruiert nur innerhalb der Innenwelt. Ihr Stoff, den sie formt, ist nicht die sinnenfällige Wirklichkeit, sondern ein Vorstellungsinhalt, der der Phantasie entnommen ist, und dessen Formung in der Phantasie enthalten bleibt, wenngleich er die gleiche Wirkung auf uns hat wie der sinnenfällige Eindruck, was den Glauben betrifft.

Die Naturforschung hat ein Beschreibungs- und Forschungsobjekt, die sinnenfällige Materie. Die Naturphilosophie als Philosophie der Materie hat ein Formungsobjekt. Das Ergebnis

der Naturforschung ist das Stoff-Problem der konstruierenden Naturphilosophie. Das Ergebnis der Naturphilosophie wird, wenn es einmal gewonnen sein wird, die Lösung des Formungs-Problemes der Naturphilosophie sein. Die Naturphilosophie hat die sinnenfällige Materie als Stoff zum Gegenstande, aber außerdem ein Ziel, das von diesem Stoffe aus erreicht werden soll, nämlich die konstruierte, nicht-sinnenfällige, metaphysische Materie.

Dieses Ziel kann nur im Symbole erreicht werden. Alle unsere Empfindungsinhalte setzen schon ein *X* voraus, woran sie gebunden sind. Unter diesem *X* stellt man sich gewöhnlich, wenn auch nicht musterhaft logisch eine Erregung nervöser Materie vor. Die Qualitäten der Außenwelt sollen aber unabhängig von einem Weltgehirn beständig wirklich sein. Da man das Weltgehirn nicht wieder als eine Erscheinung behandeln kann, die von einem zweiten Weltgehirn abhängt, so muß man irgendwo der Konstruktion ein Ende setzen.

Da wir von der wahren Beschaffenheit des *X* keine Ahnung haben können, so bleibt nichts anderes übrig, als den metaphysischen Bautrieb an einem Symbole zu befriedigen.

Es ist gleichgültig, welchem Sinnesgebiete wir den Stoff zum Symbole entnehmen. Stellen wir die *X*-Werte als ausgedehnte Farbenbezirke vor, so werden die *X*-Werte wahrscheinlich keine Farbenwerte sein. Vielleicht haben sie Farbe, vielleicht löst sich die optische Empfindungsmannigfaltigkeit von ihnen ab und tritt als Erscheinung in unsere Innenwelten; vielleicht auch nicht; aber wenn sie Farbe haben, so sind sie nicht Farbe, sondern höchstens etwas, woran Farbe gebunden ist.

Stellen wir die *X*-Werte als Töne vor, so sind sie wahrscheinlich in metaphysischer Wirklichkeit keine Töne. Stellen wir sie als Widerstands- und Druckempfindungen vor, so sind sie wahrscheinlich auch das nicht.

Für die Erkenntnisunmöglichkeit ist es ganz gleichgültig, aus welchem Stoffe das Symbol geformt wird. Es handelt sich nicht um die Erkenntnis, sondern um die Befriedigung des Bautriebes an irgend einem Stoffe. Metaphysik der Materie ist Symbol-Konstruktion. Durch das Kantische *X* oder Ding an sich wird die Metaphysik nur dann zerschmettert, wenn es zum Wesen der Metaphysik gehört, Wissenschaft zu sein.

Die Metaphysik hat aber zwischen der Naturforschung und der darstellenden Kunst eine mittlere Stellung.

Gleich der Kunst verdankt sie ihre ganze Existenz nur den Einfällen, und nicht einmal den Assoziationen, sondern den frei formenden Einfällen. Sie deduziert nicht, sie induziert nicht, sie kopiert nicht, sie kombiniert nicht die induktiv gewonnenen Elemente, sie konstruiert. Der konstruktive Charakter muß dem Konstruierenden nicht notwendig zum Bewußtsein kommen.

Gleich der Wissenschaft ist die Metaphysik der Materie an die sinnenfälligen Tatsachen gebunden. Die Angaben der Naturforschung sollen mit den Tatsachen stimmen. Die Konstruktionen der Naturphilosophie sollen so beschaffen sein, daß das, was aus ihnen gefolgert werden kann, mit den Tatsachen übereinstimmt. Die Philosophie der Materie ist eine retrospektive Symbolkonstruktion. Die Einfälle der Naturphilosophie unterliegen einer strengen Auswahl und Ausmerzung. Durch diese Bindung an die Tatsachen wird die Naturphilosophie wissenschaftsähnlich. Sie geht aber nicht aus den Tatsachen hervor.

Naturforschung ist daher nach Ausscheidung aller Metaphysik sehr wohl möglich. Sie bedarf nicht der Metaphysik. Hingegen ist die Metaphysik von der Naturforschung abhängig, weil sie von dieser den Stoff zur Formung erhält, und außerdem in der Geformtheit des Stoffes das Vorbild zur Fortsetzung der Formung in demselben Baustile.

Die Philosophie der Materie baut die Struktur der Materie in der Phantasie unter die Grenzen der Sichtbarkeit hinab. Sie ist Metaphysik in der Richtung nach unten. Sie unterbaut, sie substruiert. Daher kann sie auch der substruktive Teil der Metaphysik genannt werden im Gegensatze zur Metaphysik in der Richtung nach oben, oder dem ausbauenden, dem vollendenden Teile.

Metaphysik der Materie und Materialismus sind unvereinbare Gegensätze. Dem Materialismus fehlt, um Philosophie oder Metaphysik zu sein, die Schärfe der Begriffe und das Bewußtsein davon, daß jede unterbauende Metaphysik der Materie nur retrospektive Symbolkonstruktion ist.

Da die Wahl des Stoffes für das Symbol freisteht, so wird man dasjenige Sinnesgebiet als Stoff wählen, daß nicht nur die

größte Mannigfaltigkeit der Unterschiede enthält, sondern auch die größte Schärfe der Unterschiede durch die Anwendbarkeit von Mathematik und Geometrie. Das ist die optische Ausdehnungsmannigfaltigkeit, in die man durch nur zwei Farbenunterschiede alle beliebigen Figurationen hineintragen kann. Die Druck- und Widerstandsempfindungen des haptischen Sinnes kann man dabei ganz weglassen. Sie sind überflüssige Gewohnheitsanhängsel.

Der Symbolcharakter zeigt sich noch von einer anderen Seite. Eine Summe von Atomen ist noch keine Atomenwelt, wenn jedes Atom für sich in seiner Welt existiert, wie die Gedanken der verschiedenen Menschen in verschiedenen Welten existieren. Die Atome sind dann in einem einzigen Raume vorgestellt, wenn sie als zusammengehöriger Inhalt einer einzigen Bewußtseinseinheit gedacht werden.

Das Symbol der gemeinsamen Außenwelt ist nur möglich als ein ins Endlose ausdehnbarer Empfindungsinhalt einer Bewußtseinseinheit, die von keiner anderen Bewußtseinseinheit abhängig gedacht wird.

Da die Symbolkonstruktion auch Hypothesenkonstruktion genannt zu werden pflegt, so kann man die unterbauende Metaphysik, und insbesondere die Metaphysik der Materie auch die „Hypothetik“ nennen.

Die Reinigung der Naturforschung von allen Hypothesen wird zur Folge haben, daß sich eine Hypothetik um ihrer selbst willen entwickeln wird.

3. Philosophie der unbelebten und der belebten Materie. Psychophysiologie.

Das große Gebiet der Philosophie der Materie kann für die Bearbeitung in zwei Reiche geteilt werden: in den Unterbau der unbelebten Materie und in den Unterbau der belebten.

In den letzten Teilen sowie in den Aggregaten niederer Ordnung wird es keinen Unterschied zwischen belebt und unbelebt geben.

Die Eigenschaft des Lebens besteht im wesentlichen in der Fähigkeit der Assimilation. Die Assimilation kann verschieden

definiert werden. Allen Definitionen liegt schließlich die Selbstverdoppelung einer Portion organisierter Materie aus Nahrungsmaterial zu Grunde. Mit der Assimilation hängt untrennbar zusammen die Fähigkeit des organisierten Wachstums infolge der Assimilation und der Selbstteilung infolge des Wachstums. Im Zusammenhange damit stehen andere Erscheinungen, wie die Verschmelzung gleicher und sehr ähnlicher Organisationen in eine gemeinsame neue.

Überall dort, wo sich im Gefolge einer gewissen komplizierten Aggregation, die Lebenseigenschaften: Assimilation, Wachstum und Selbstteilung einstellen, überall dort heißt diese komplizierte Aggregation eine Organisation, eine Elementarorganisation, oder organische Elementarstruktur, und die aggregierte Materie selbst „belebt".

In allen übrigen Zuständen gehört die Materie unter den Gesichtspunkt des „Unbelebten".

Die Scheidung dieser großen Gruppen erfolgt von dem hier eingenommenen Standpunkte aus mit Rücksicht auf die Ökonomie in der Darstellung. Das gesamte Gebiet ist so groß, daß eine Arbeitsteilung wünschenswert ist, und daß selbst eine rein methodologische Durchsicht des Gesamtgebietes wie sie hier beabsichtigt ist, nicht das ganze Gebiet auf einmal überblicken kann, wenn der Umfang der Darstellung ein gewisses Maß nicht überschreiten soll.

Von der Philosophie der belebten Materie ist das Problem der Bindung des Empfindungsinhaltes an die Materie oder das psychophysiologische Problem zu unterscheiden.

Die Atomistik, wie sie im Dienste des Unterbaues der Physik, der Chemie und der Physiologie gediehen ist, kann dem psychophysiologischen Probleme nicht mehr dienen. Alle Atome sind auseinander. Es gibt keine Grade des Auseinander. Man müßte also erwarten, daß es entweder so viele Bewußtseinseinheiten gibt als letzte Teilchen der Materie, oder daß es nur eine einzige Bewußtseinseinheit gibt, die der Summe der Atome der Welt zugeordnet ist. Das letztere widerspricht der Disjektion oder Zerstäubung des Bewußtseins in die menschlichen Bewußtseinseinheiten und in die tierischen Zusammenempfindungseinheiten. Wenn es eine allumfassende Bewußtseinseinheit gibt, so ist

nichtsdestoweniger die nebenher bestehende Zerstäubung des Bewußtseins in Bewußtseinseinheiten damit nicht beseitigt. Das erstere widerspricht dem Reichtum und der Veränderlichkeit des Inhaltes einer menschlichen Bewußtseinseinheit.

Die Atomistik ist für die Aufgaben der Psychometaphysiologie, die oft kurweg Psychophysiologie heißt, nicht zulänglich, weil sie hierfür noch nicht reif ist. Der Begriff der morphologischen Einheit des Nervensystems kann hier nicht helfen, weil es ganz unklar bleibt, wie er helfen soll. Die morphologische Einheit eines Neuronensystemes, das schließlich durchaus getrennte Atome enthält, ist kein Ding, sondern ein Begriff im Begriffsschatze des Menschen. Daran läßt sich keine Naturgesetzlichkeit binden.

Hier also wird es sich zunächst darum handeln müssen, die Atomistik selbst auszubauen, und dann erst wird man an die Frage herantreten können, wie es möglich sei, dieses vervollständigte Konstruktum in den Dienst des Unterbaues der Psychophysiologie zu stellen [1]).

Mit dem Probleme der Bindung des Empfindungsinhaltes, der Apperzeption (Zusammenempfindung) Unifikation (Empfindungsverschmelzung) und der Disjektion (Aufteilung des Empfindungsinhaltes für zwei verschiedene Bewußtseinseinheiten) ist die Problemensumme der unterbauenden Metaphysik erschöpft.

Die Bewußtseinsfrage selbst (nicht die Bewußtseins-Inhaltsfragen) gehört der nach oben ausbauenden Metaphysik an.

4. Grundsätze der Hypothetik.

Wenn die Hypothetik wirklich nur Symbolkonstruktion im Dienste der Befriedigung des Bautriebes ist, dann kann an ihre Leistungen nicht der Maßstab der Wahrheit angelegt werden, da das Symbolisierte hier mit dem Symbol nicht verglichen werden kann.

Es liegt hier nicht der Fall vor, wo ein bekannter Gegenstand in ein Symbol übersetzt wird. Es handelt sich hier um

---

[1]) Vergl. Stöhr, Grundfragen der psychophysiologischen Optik. Wien-Leipzig 1904. Seite 155 ff.

Stöhr, Leitfaden der Logik. Wien-Leipzig 1905. S. 94 ff.

die Symbolisierung des Unbekannten. Das wäre zunächst geradezu ein Unsinn, wenn nicht ein Wortspiel zu Grunde läge. Man nennt eben den anschaulich konstruierten Unterbau der sinnenfälligen Materie etwas, das sich als Symbol erweisen würde, wenn man es mit dem vergleichen könnte, dessen Stelle es vertritt.

Der einzige Maßstab, den man an die Gebilde der substruktiven Metaphysik anlegen kann, ist der der Baustilgerechtigkeit.

Was im Baustile der sinnenfälligen Materie nach unten zu Ende gebaut wird, das befriedigt den „metaphysischen" Bautrieb.

Daher sind die Grundsätze der Hypothetik in dem Augenblicke gegeben, wo man den Baustil der sinnenfälligen Natur charakterisiert hat.

Dieser Baustil ist so leicht zu empfinden, daß seine Beschreibung ein Gemeinplatz geworden ist.

Wir sehen zunächst in der Natur viele Stufen der Aggregation und der Organisation. Der vielzellige Organismus ist aus Geweben gebildet, das Gewebe aus Zellen, und die Zelle selbst ist organisiert. Man kann diese Unterschiede „Baustufen" der Materie nennen.

Die Stoffunterschiede werden nun geringer, je tiefer wir die Reihe der Baustufen hinabschreiten. Wir gelangen zu den Elementen, deren Unzerlegbarkeit nicht bewiesen ist. Es ist daher im Baustile der Natur gelegen, die Zahl der Stoffe beim Hinabsteigen der Baustufen immer kleiner werden zu lassen, und auf der untersten Stufe nur mehr Bausteine aus demselben Stoffe anzunehmen.

Zum Baustil der Materie gehört daher zunächst die Tendenz nach der Einzigkeit des Stoffes.

Ferner gehört zum Baustile eine kleinstmögliche Zahl von Urprozessen oder Urgesetzen, denen die Bewegungen des Stoffes folgen, oder die größtmögliche Einfachheit der Bewegungsgesetze; die Tendenz nach nur einer einzigen Energie. Energie heißt hier Bestimmbarkeit des Bewegungszustandes in der Zeit τ_2 aus dem Bewegungszustand in der vorhergehenden Zeit τ_1 in der Intelligenz des Menschen infolge einer unerklärten Gesetzmäßigkeit in dem Hervorkommen der Bewegungen.

Ferner gehört es zum Baustile, daß aus Teilchen gleichen

Stoffes und einfachster Bewegungsgesetze ein großer Reichtum an Gliederung, das heißt eine große Zahl von Aggregaten und Organisationen verschiedener Ordnungen entsteht.

Endlich gehört es zum Baustile, daß die Zahl der Eigenschaften auf der nächst niedrigeren Baustufe abnimmt, und an den letzten Bausteinen das Eigenschaftsminimum erreicht. Je höher die Baustufe ist, desto größer wird die Zahl der Eigenschaften, weil durch die Aggregation als solche und durch die Organisation als solche neue Eigenschaften zuwachsen, die auf einer niederen Stufe nicht möglich waren.

Daher ist die Wiederholung einer bekannten Tatsache oder einer bekannten Eigenschaft auf einer niederen Baustufe nach dem Vorbilde einer höheren unter Umständen ein Fehler. Nicht Verkleinerung, sondern Vereinfachung auf der niederen Baustufe ist das Stilgerechte.

5. „Energetisches" oder atomistisches Weltbild?

Energetik und Atomistik sind nicht rein geschiedene Gegensätze, zwischen denen gewählt werden müßte.

Der Begriff der Energie kann verschieden gefaßt werden. In Hinsicht auf die sinnenfällige Materie kann man wohl unter Energie die Fähigkeit verstehen, physikalische Arbeit zu leisten, und den Begriff der Arbeit kann man wiederum auf die Überwindung eines Bewegungswiderstandes beziehen. Es ist aber durchaus nicht selbstverständlich, daß sich die Begriffe Energie und Arbeit auch auf die nicht sinnenfälligen letzten Teilchen der Materie oder auf die letzten Atome in diesem selben Sinne anwenden lassen müssen. Wir wissen nämlich nicht, ob die letzten Atome überhaupt einen Bewegungswiderstand leisten?

Es ist nämlich möglich, daß die letzten Atome ihre Bewegungen für den Fall der Berührung und im Zeitpunkte der Berührung im ersten gemeinsamen Punkte gegenseitig verändern oder „bestimmen"; sowohl in der Richtung als in der Geschwindigkeit; ohne zu dieser wechselseitigen Bestimmung durch irgend einen Bewegungswiderstand oder durch irgend eine Undurchdringlichkeit gezwungen worden zu sein. Unsere Vorstellungen von dem Spiel der letzten Atome sind sozusagen egoistischer Natur;

sie sind dem Handelsleben entnommen. Jedes Atom gibt dem Stoffe nur so viel Bewegungsgröße her, als es hergeben muß, und behält so viel als es nur behalten kann. Es ist aber auch ein altruistisches Bild möglich. Die letzten Atome können vielleicht bei der Berührung ihre eigenen Bewegungsgrößen vollständig abwerfen und die fremden übernehmen.

Da niemand wissen kann, wie sich die letzten Atome verhalten, so muß man den Begriff der Energie und den der Arbeit auf die letzten Atome möglichst vorsichtig übertragen. Man muß zufrieden sein, unter Energie in Hinsicht auf letzte Atome lediglich die Bestimmung der Bewegung eines letzten Atomes nach Richtung und Geschwindigkeit in der Zeit τ_2 durch die Bewegungen eines oder mehrerer oder aller Atome in der vorhergehenden Zeit τ_1 geschehen zu lassen.

In diesem Sinne ist also Atomistik ohne hypothetische Regelung der Energie nicht vorstellbar. Atome, die sich nicht durch ihre Bewegungen wechselseitig bestimmen, sind für die Erzeugung eines Weltbildes unbrauchbar. Es wäre nämlich denkbar, daß die letzten Atome füreinander durchdringlich oder sozusagen pneumatisch wären, ohne sich im Falle der Berührung hinsichtlich der Richtung und der Geschwindigkeit zu ändern. Dann wäre eine ewige Bewegung der Atome denkbar, ohne daß aus dieser Bewegung unsere sinnenfällige Welt abgeleitet werden könnte.

Andrerseits ist ein energetisches Weltbild denkbar, aus dem jede Atomistik und jede Metaphysik überhaupt entfernt ist. In diesem Sinne ist die in Ostwalds Naturphilosophie[1]) gestellte Frage zu verstehen: energetisches oder atomistisches Weltbild?

Jede Hypothese ist, weil sie eine ist, vom Standpunkte des Forschers ein Übel. Nicht bloß für den, der alle Hypothesen ablehnt, sondern auch für die Empfindung desjenigen, der ihrer zu bedürfen überzeugt ist. Wer ein Übel gelten läßt, will offenbar dadurch ein anderes, das ihm größer zu sein scheint, verhüten.

Das Übel, dem man durch eine Hypothese entgehen will,

---

[1]) Wilhelm Ostwald, Vorlesungen über Naturphilosophie. Leipzig 1902.

scheint die große Zahl der Energieformen zu sein, mit denen man rechnen muß, sobald man sich jeder Hypothese enthält.

Kinetische Energie, Energie der Lage, Formenenergie, Volumenenergie, Oberflächenenergie, Wärme, elektrische und magnetische Energie, chemische Energie, strahlende Energie und schließlich Nervenenergie, Bewußtseinsenergie, spezifische Sinnesenergie: vierzehn bis sechzehn Energieformen werden notwendig, um die hypothesenfreie Beschreibung der Erscheinungen leisten zu können. Die Tabellierung der möglichen und der wirklichen Energieformen, die noch nicht alle bekannt sind, und zu denen noch neue hinzuentdeckt werden können, wird zu einer eigenen Aufgabe, zu deren Lösung nach den Worten Ostwalds ein Vorrat von Zeit und geistiger Energie gehört, der bis jetzt nicht zusammengebracht wurde [1]).

Nun empfinden alle Forscher das Bedürfnis nach Sparsamkeit im Verbrauche der geistigen Mittel. Ökonomie, bedingt durch die Kürze des menschlichen Lebens, ist eine gute, aber keine eindeutige Maxime. Minimum der Energieformen = 1 oder Minimum der Hypothesen = 0? Hier Ökonomie, dort Ökonomie. Wo ist die ausgiebigere? Das ist eine persönlich variable Bedürfnisfrage. Das Minimum von Hypothesen = 0 muß durch ein Maximum von Energieformen erkauft werden; das Minimum von Energieformen = 1 durch mindestens eine Hypothese, die für diesen Minimumfall atomistisch sein muß.

Zwischen den Extremen liegt der Mittelweg, der gewöhnlich betreten wird. Nicht eine, sondern mehrere Energieformen bleiben erhalten, mindestens die Energie der Lage neben der aktuellen Bewegung; mindestens eine Hypothese wird herangezogen; diese ist gewöhnlich atomistisch, müßte es aber nicht unbedingt bleiben.

Die geistigen Bestrebungen lassen sich auf diesem Gebiete in drei gleich berechtigte Gruppen bringen. Hier wird ein hypothesenfreies, daher auch nicht atomistisches und metaphysikfreies Bild der Materie angestrebt, das infolge dieser Bestrebungen unvermeidlich polyenergetisch ist. Dort wird eine Hypothese, und zwar eine atomistische zugelassen, damit das

---

[1]) Vorlesungen über Naturphilosophie. 1902, Seite 292.

Bild der Materie monenergetisch ausfalle. Da auf die aktuelle kinetische Energie nicht verzichtet werden kann, so ist hier die Annahme einer Energie der Lage und einer Fernwirkung zwischen den letzten Atomen ausgeschlossen, und daher auch die Annahme von Kräften ausgeschlossen, die aus der Ferne Beschleunigungen an die letzten Atome selbst erteilen. Zwischen diesen Extremen liegt die Suche nach einem gemäßigt polyenergetischen Bilde, wozu womöglich nur zwei Energieformen und nur eine Hypothese herangezogen werden. Die zwei Energieformen sind: aktuelle kinetische Energie und Energie der Lage oder potentielle kinetische Energie. Daher gibt es auf diesem Mittelwege eine Anziehung der letzten Atome aufeinander aus der Ferne, und Kräfte, die dem letzten Atome selbst aus der Ferne eine Beschleunigung erteilen. Vom monenergetischen Standpunkte existiert die Erteilung der Beschleunigung aus der Ferne nur für die Aggregate, nicht für die letzten Atome, und auch nicht durch unmittelbare Fernwirkung, sondern durch Aussendung von letzten kleinen Atomen aus einem irgendwie bevorzugten Aussendungsgebiete.

Genauer gesprochen handelt es sich bei der Wahl zwischen diesen Standpunkten um kein Weltbild, sondern nur um das Bild des materiellen Anteiles der Welt. Es handelt sich nur um die Ausgestaltung jener Materie, die uns als ein Stück optisch-haptischer Empfindungsmannigfaltigkeit bekannt ist. Diese Materie ist ein wichtiger Teil, aber nicht der einzige Inhalt der Welt.

Ein eigentliches „Weltbild“ kann schon zunächst der Hypothese des Du nicht entbehren; einer Hypothese, deren Wahrscheinlichkeit so gut wie Gewißheit ist und deren Hypothesencharakter nicht hinwegzubringen ist. Das eigentliche Du wird durch die körperhafte Erscheinung und durch die Ausdrucksbewegungen in der Welt eines Ich nicht erschöpft, und überhaupt nicht einmal getroffen.

Auch die atomistische Hypothese kann das Bild der Materie nicht zum „Weltbilde“ ergänzen und erheben. Kein Atomenspiel kann darüber Auskunft geben, warum der Bewußtseinsinhalt auf so viele Bewußtseinseinheiten verteilt oder disjiziert ist, die alle füreinander Du-Welten oder Außenwelten sind.

Das Du-Problem kann auch in der Weise gelöst werden, daß es nicht gestellt wird. Dieser Standpunkt ist ohne Solipsismus möglich. Er ist der relativ alogische Standpunkt, den jedes Kind einnimmt, und den man mitunter im Gegensatze zur historischen Entwicklung der Begriffe künstlich festhalten zu können glaubt. Im Bewußtsein des Kindes ist das eigentliche Du ganz unbefangen durch die Körperhaftigkeit und durch die Ausdrucksbewegungen des für das Kind phänomenalen Du ersetzt und damit vorläufig erschöpft. Das Ich ist dem Kinde nur ein inniger zusammenhängender Komplex von Erscheinungen und von dem ihm erscheinenden Du selbstverständlich nicht monadenhaft getrennt. Das Kind hat aber auch noch keinen exakten Du-Begriff und kein Weltbild, sondern nur den Kern eines künftigen Weltbildes. Das Kind betrachtet die Welt zum größten Teile alogisch, nicht antilogisch.

Könnte man das unbefangene Schauen des Kindes künstlich lebenslang festhalten, so käme man zum hypothesenfreien, vom Probleme des Du tatsächlich reinen Standpunkt. Dieser Standpunkt wäre freilich alogisch, weil er auf teilweiser Unterdrückung des Bewußtseins beruht. Von ihm ist kein Weltbild, sondern nur ein Weltinstinkt zu verlangen.

II. Uratome oder die Bausteine der Materie.

6. Die kleinste Zahl von Eigenschaften des letzten Teilchens oder des Uratomes.

Der Baustil der Materie läßt sich etwa so charakterisieren: Hinweise auf einen einzigen Stoff, ein Minimum von Urgesetzen, ein großer Reichtum in der Gliederung des Stoffes, ein Minimum von Eigenschaften der letzten Bausteine und eine große Zahl von Eigenschaften der Aggregate oder der Gebilde höherer Baustufen, wobei diese Eigenschaften erst durch die Aggregation als solche ermöglicht werden. Je höher eine Baustufe der Materie gelegen ist, desto größer ist die Zahl der Eigenschaften der Gebilde auf dieser Stufe.

Wollen wir letzte Teilchen der Materie unter dem Namen der „Uratome" stilgerecht konstruieren, so müssen wir diesen Teilchen so viele Eigenschaften absprechen als nur möglich ist. Wir müssen sie möglichst eigenschaftsarm oder „einfach" vorstellen.

Wir müssen zunächst alle Eigenschaften weglassen, die nur an einem Aggregate einen Sinn haben.

Uratome werden weder elastisch, noch hart, noch plastisch sein können, denn alle diese Eigenschaften setzen eine Aggregation voraus. Im elastischen Aggregate sollen die Teilchen verschiedene Richtungen und Geschwindigkeiten im selben Zeitpunkt haben können, ohne daß das Aggregat als solches dadurch zerstört wird. Es soll eine Umformung und eine Rückformung des Aggregates möglich sein. Das alles hat für das isolierte Uratom keinen Sinn. Im plastischen Aggregate unterbleibt zwar die Rückkehr zur ursprünglichen Form, aber die Teilchen ändern ihr Lagenverhältnis zueinander. Ein Uratom

hat kein Lagenverhältnis zu sich selbst, das es ändern könnte. Im harten Aggregate kann ein Teil der Bewegungsgröße durch Stoß mit einem anderen in Wärme verwandelt werden. Die Wärme bedeutet wiederum eine bestimmte Form der Bewegung der Teilchen des Aggregates gegeneinander. Ein isoliertes Uratom ist dieser Innenbewegung oder der Temperatur nicht fähig.

Es soll damit nicht gesagt sein, daß das Uratom eine unveränderliche Gestalt haben müsse, weil es weder elastisch, noch plastisch noch hart sein kann. Das Uratom kann sogar sehr leicht mit einer veränderlichen Gestalt konstruiert werden. Man kann sogar Gesetze erfinden, nach denen die Gestalt für den Fall der Berührung zweier Uratome geändert werden muß. Man kann dem Uratome die Eigengestalt einer Kugel zusprechen, zu der es immer wieder zurückkehrt, wenn es durch den Stoß mit einem anderen Uratome deformiert worden sein sollte. Man kann das Uratom auch plastisch konstruieren, indem man ihm eine Eigengestalt nimmt, und jene Figur zuschreibt, die ihm jeweilig durch den letzten Zusammenstoß erteilt wurde. Man soll sich aber darüber klar sein, daß diese hypothetischen Eigenschaften nicht die echte Aggregaten-Elastizität und nicht die echte Aggregaten-Plastizität ist, sondern etwas wesentlich Neues und anderes. Das wären dann Eigenschaften, die den Bausteinen der Materie zukämen, und auf den Aggregationsstufen verschwänden. Die Verleihung dieser Eigenschaften ist möglich; sie ist aber nicht stilgerecht, weil die Erfahrung zeigt, daß die Aggregate der niederen Baustufen um so eigenschaftsärmer werden, je niedriger die Baustufen sind, und niemals eine Eigenschaft besitzen, die der höheren Baustufe fehlt.

Ebenso kann man eine Art Innenbewegung der Uratome konstruieren, ohne den Uratomen eine Aggregation zuzuschreiben. Wenn ein Uratom kugelförmig ist und um eine Achse rotiert, so kann die Rotationsgeschwindigkeit einem Wechsel unterliegen, und zwei Uratome können sich bei der Berührung verschieden verhalten, je nach den Punkten, mit denen sie sich berühren und je nach den Richtungen, die diesen Punkten zugeordnet sind. Diese Art Innenbewegung, die von der Aggregation unabhängig ist, und in geistreicher Weise mit der Umformung der Gesamtgestalt in einen Zusammenhang gebracht

werden kann, ist wiederum wesentlich etwas Neues, das von der Innenbewegung diskreter Teilchen gegeneinander verschieden ist.

Ich bin nicht der Ansicht, daß diese drei neuen und unvergleichlichen Eigenschaften der Uratome in keinem Falle angenommen werden dürfen, weil sie nicht stilgerecht sind. Es könnte ja sein, daß durch ihre Annahme die weiteren Konstruktionen der Aggregate außerordentlich vereinfacht werden. Die Einfachheit in der Mechanik der darauffolgenden Evolution wäre dann der Beweis der Stilgerechtigkeit. Ich habe aber bis jetzt immer gefunden, daß die sich anschließende Evolution der Aggregate nicht nur komplizierter ausfällt, sondern auch gewöhnlich nicht versucht wird. Das Problem der Entstehung der Aggregate auseinander wird oft nicht einmal gestellt. Daher glaube ich, daß der Annahme solcher Ureigenschaften, die nicht Vereinfachungen sondern Komplikationen der empirischen Vorbilder sind, nicht eine Methode der Hypothesenbildung zu Grunde liegt, sondern der psychische Zwang der gewohnten Vorstellungen. Wir sind eben gewohnt, synthetisch nach oben zu arbeiten und die Analyse ist gewöhnlich nur die Umkehr einer bereits vollzogenen Synthese. Hingegen sind wir nicht gewohnt, von uns aus nach unten zu analysieren, oder gar synthetisch von einem zu erratenden Anfange ausgehend zu unserer Sinnenfälligkeit zu gelangen.

Ich habe es daher vorgezogen, in den folgenden Konstruktionen von der Annahme einer originellen Uratomenelastizität, einer Uratomenplastizität und einer Uratomenrotation als überflüssig und nichts vereinfachend abzusehen.

Neben den Eigenschaften, die den Uratomen abgesprochen werden müssen, weil sie nur an Aggregaten möglich sind, gibt es diese und andere Eigenschaften, die man weglassen kann und weglassen wird, wenn man die äußerste Reinheit des Baustiles oder die geringste Zahl von Eigenschaften der Bausteine erreichen will.

Was man vor allem weglassen kann, das ist die Schwere, und allgemeiner formuliert überhaupt jede gegenseitige Bewegungsbestimmung aus der Ferne im Sinne der Anziehung und im Sinne der Abstoßung. Mit anderen Worten, man kann für die letzten Teilchen der Materie auf die potentielle Energie

oder die Energie der Lage verzichten. Es genügt die gegenseitige Bewegungsbestimmung für den Fall der Berührung oder die kinetische Energie in diesem Sinne des Wortes. Man kann auf Kräfte verzichten, die den letzten Teilchen der Materie aus der Ferne eine Beschleunigung erteilen.

Die verschiedenen Gravifikationshypothesen, die historisch geworden sind, haben die Vorstellung gemeinsam, daß Aggregate, die an sich schwerlos sind, durch Stöße kleiner Körperchen gegeneinander getrieben werden. Wenn auch alle jene Gravifikationshypothesen unhaltbar sind, die sich der Stoßgesetze für Aggregate bedienen, so ist damit noch nicht bewiesen, daß es keine Gravifikationshypothese geben könne, die diesen Fehler vermeidet.

Die modernen Menschen sind im Vorstellen bereits so geübt, daß ihnen die Vorstellung schwerloser letzter Körperchen keine Schwierigkeit mehr bereitet. Es gibt da nur eine rechnerische Besorgnis, ob es möglich sein wird, die größeren schwerlosen Aggregate durch kleine freifliegende Körperchen so zusammenstoßen zu lassen, daß die Erscheinungen des freien Falles herauskommen.

Hingegen bereitet uns allen eine andere Vorstellung größere Schwierigkeiten, die für manche unüberwindlich sind. Ich meine die Vorstellung einer durchdringlichen Materie. Unsere sinnenfälligen Körper sind nicht nur in einem begrenzten Raumteile ausgedehnt, sie machen auch den Raum, den sie erfüllen, für einen anderen Körper undurchdringlich. Den Schein der Durchgängigkeit erklären wir durch Porosität. Diese Vorstellung der Undurchdringlichkeit nehmen wir gewohnheitsmäßig auf die letzte Baustufe der Materie hinab; wir glauben sogar die Bausteine selbst nur undurchdringlich vorstellen zu können. Erfüllung des Raumes und Undurchdringlichkeit sind für die meisten von uns Wechselbegriffe; dennoch können die vermeintlichen Wechselbegriffe auf einer Unbeholfenheit des Vorstellungsvermögens beruhen.

Unsere sinnenfälligen Körper sind Stücke einer optisch-haptischen Empfindungsmannigfaltigkeit. Die haptische Bestimmung der Undurchdringlichkeit durch die Druckempfindung können wir für die letzten Bausteine oder für die Uratome weglassen.

Ein Gleichnis für das, worum es sich hier handelt, ist das Bild einer gelben Scheibe, das auf einer blau beleuchteten Tafel entworfen wird. Dort, wo das Bild der gelben Scheibe auffällt, entsteht ein weißer Kreis auf blauem Grunde. Lassen wir auf derselben blau beleuchteten Tafel ein zweites Bild entstehen, so haben wir zwei weiße Kreise als ein Gleichnis für zwei Uratome, die im „leeren" Raume auseinander sind. Das Gleichnis für den „leeren" Raum ist die blau beleuchtete Tafel.

Lassen wir diese zwei Scheibenbilder gegeneinander bis zur Berührung wandern, und nach der Berührung wieder umkehren, so haben wir ein Gleichnis für zwei Uratome, die sich nicht durchdringen. Lassen wir die zwei Bilder sich nähern, zur Deckung kommen und sich in den alten Richtungen weiter entfernen, wobei die Scheibenbilder während der Deckung eine gelbliche oder gelbe Farbe annehmen, so haben wir ein Gleichnis für zwei Uratome, die sich durchdringen und nach der Durchdringung wieder verlassen ohne umzukehren.

Sowie die zwei Bilder während ihrer Deckung die Farbe von Weiß nach Gelb verschieben, so ist auch die Farbe der ungedeckten Scheibe nicht ihr eigenes Gelb sondern ein Weiß, das sich aus dem blauen Untergrunde und der darauf befindlichen gelben Scheibe ergibt. Das ist ein Gleichnis dafür, daß die Uratome nicht in einen „leeren" Raum eingebettet sind, sondern einen gleichmäßig erfüllten Raum ohne Bewegungswiderstand durchdringen. Blenden wir hingegen die blaue Beleuchtung für alle Stellen ab, auf denen gelbe Scheibenbilder sind, so haben wir nicht weiße, sondern gelbe Scheiben auf blauem Grunde und hierin ein Gleichnis für Uratome, die nicht einen „leeren" Raum reibungslos durchdringen, sondern in einem „leeren" Raum eingebettet sind.

Die Durchdringung eines nur sogenannten leeren Raumes durch Uratome ist offenbar die einfachere Vorstellung. Der Raum heißt nur gewissermaßen leer, weil er für die Uratome während ihrer Bewegung nicht bewegungsbestimmend ist. Dieser Raum kann daher trotz seiner Erfüllung, weil er für die Uratome nicht bewegungsbestimmend ist, in der Physik und in der Chemie als ein Nichts oder als „leer" behandelt werden.

Bezeichnen wir das blaue Licht mit x und das gelbe mit y,

so können wir ein Uratom in diesem Gleichnisse als einen endlich begrenzten Raumteil bezeichnen, der mit einem x erfüllt ist, und sich dadurch von seiner Umgebung abhebt, in der sich dieses x nicht findet. Der gesamte Weltraum ist von einem y erfüllt, das sich überall, auch innerhalb der Uratome findet. Innerhalb eines Uratomes ist x und y zugleich in einer einheitlichen Resultierenden z enthalten, und dieses z steht im Gegensatze zur Umgebung, sofern diese nur x enthält.

Dieses Gleichnis mag uns behilflich sein, die Materie durchdringlich vorzustellen. Sowie die Uratome den nur sogenannten leeren Raum während ihrer Bewegung durchdringen, so können auch die Uratome durch die Lage ihrer Bahnen zur gegenseitigen vorübergehenden Durchdringung gebracht werden.

Da wir annehmen müssen, daß der sogenannte leere Raum die ihn durchdringenden Uratome nicht in ihrer Bewegung beeinflußt, so zwingt die Konsequenz im stilgerechten Aufbaue zur Annahme, daß auch die Uratome sich gegenseitig während der Durchdringung nicht in ihren Bewegungen beeinflussen.

Verzichtet man daher auf die Bewegungsbestimmung aus der Ferne und auf die Bewegungsbestimmung während der Durchdringung, so bleibt nur eine einzige Bewegungsbestimmung übrig, und das ist die Bestimmung im Augenblicke der Berührung in einem Punkte, sei es vor der Umkehr, sei es vor der Durchdringung.

Das Gleichnis ist in der Ebene gegeben. Es ist noch erforderlich, die Verhältnisse in den Euklidischen Raum zu übertragen. Das Uratom wird dann zu einem Teilchen, das in einem Euklidischen Raume wandert, und selbst nichts anderes ist als die Erfüllung des wandernden Raumteilchens mit der Resultierenden von der Beschaffenheit z aus zwei Unbekannten von den Beschaffenheiten x und y, während der von Uratomen jeweilig freie Raum von der Unbekannten mit der Beschaffenheit y erfüllt ist.

Indem man das Uratom von der Undurchdringlichkeit oder von dem Vermögen des Bewegungswiderstandes befreit, und nur das Vermögen der wechselseitigen Bewegungsbestimmung im Augenblicke der Berührung (kinetische Energie) übrig läßt, befreit man sich von der Notwendigkeit mit der Energie der

Undurchdringlichkeit der letzten Teilchen der Materie zu arbeiten.

Wir können dem letzten Teilchen der Materie oder dem Uratome noch eine Eigenschaft wegnehmen, und zwar die Eigenschaft der Unteilbarkeit. Daraus allein, daß das Uratom kein Aggregat aus verschieden beweglichen Teilchen ist, folgt noch nicht seine Unteilbarkeit oder die begriffliche Unmöglichkeit seiner Teilung. Da das Uratom kein Punkt ist, sondern einen endlichen Rauminhalt hat, so kann man sich auch vorstellen, daß es geteilt würde, sobald hinreichend feine Teilungswerkzeuge angelegt werden könnten. Wenn man annimmt, daß die Uratome wenigstens im gegenwärtigen Weltzustande tatsächlich immer ungeteilt bleiben, weil sie nicht geteilt werden, nicht aber weil sie teilungsunfähig sind, so kommt man mit dieser Annahme gerade so weit wie mit der Annahme eines Teilungsunvermögens oder eines unüberwindlichen Teilungswiderstandes. In dieser Weise befreit man sich von der Notwendigkeit mit der Energie des Teilungswiderstandes oder mit der Unteilbarkeit der Uratome (im Gegensatze zur tatsächlichen Ungeteiltheit) zu arbeiten.

Als Bestimmungsstücke des Uratomes bleiben übrig: die Gestalt und Größe des durch x erfüllten Raumteiles, die Geschwindigkeit und die Richtung der Bewegung. Diese Bestimmungsstücke sind begriffliche Erfassungen einer einzigen Vorstellungsmannigfaltigkeit und später als diese. Das heißt, die Bewegungsrichtung kann nicht zuerst ohne Geschwindigkeit wirklich sein und dann erst mit der Geschwindigkeit zur Bewegung zusammengesetzt werden. Ebensowenig kann die Gestalt von bestimmter Größe frei von Bewegung und Ruhe in der Zeit und zusammen mit anderen Gestalten in demselben Raume zuerst wirklich sein, und erst nachher in Bewegung versetzt oder zur Ruhe gebracht werden.

Von diesen Bestimmungsstücken kann man keines weglassen, ohne das Uratom aufzuheben. Gestalt und Größe lassen sich nicht auf Bewegung zurückführen, weil sonst nichts mehr da wäre, was sich in Bewegung befände.

Man könnte an die Stelle des Uratomes einen Kraftpunkt setzen. Dadurch wäre aber der Gegensatz zwischen der Be-

wegung und dem was in Bewegung ist, nicht im mindesten überwunden. Das Bewegte, das vorhin eine Kugel oder sonst ein Körperchen war, ist eben jetzt ein Punkt. Scheinbar ist insofern eine Vereinfachung eingetreten, als an die Stelle von drei Ausdehnungsmannigfaltigkeiten für den Punkt als erzeugendes Element keine Ausdehnungsmannigfaltigkeit getreten ist. Hingegen muß man wieder bedenken, daß ja der Punkt nicht zu den sinnenfälligen Wirklichkeiten gehört, sondern zu den unanschaulichen divisiven Begriffen. Das Verständnis des Begriffes des Punktes setzt eben bereits Ausdehnungsmannigfaltigkeiten und Schnitte der Ausdehnungsmannigfaltigkeiten untereinander voraus.

Was einfacher für die Rechnung ist, ist nicht auch einfacher für die Wirklichkeit. Punkte und Linien gibt es für die menschliche Erfahrung nur als unanschauliche Begriffe, als Formeln nach der Maxime der Analogisierung formaler Operationen.

Die Bestimmungsstücke Bewegungsrichtung, Geschwindigkeit und Größe des Rauminhaltes des Uratomes sind nur dann verständlich, wenn viele Uratome einen gemeinsamen Raum durchdringend zusammen vorgestellt werden. Wenn man die Umgebung des Uratomes wegdenkt und das Uratom allein nimmt, so hat dieses Uratom weder eine Bewegungsrichtung, noch eine Bewegungsgeschwindigkeit, noch eine Raumgröße. Es fehlt nämlich ein zweites Uratom und der gemeinsame „leere" Raum, woran die Entfernung, die Entfernungsänderung, die Richtung und die Raumgröße des Inhaltes gemessen werden könnte. Alle diese Bestimmungsstücke sind korrelativ. Am isolierten Uratome findet sich nur Rauminhalt oder Ausdehnung und Gestalt. Die Ausdehnung wird nämlich erst dadurch, daß sie an einer anderen als an einer Einheit gemessen wird, zur Größe; daher ist die ungemessene und unverglichene Ausdehnung bereits Ausdehnung aber noch nicht Größe.

Die bestimmt gestaltete Ausdehnung eines isolierten Uratomes kann man in Teile zerschnitten denken, die man als Einheiten behandelt. Die Gestalt ist dann die Lage dieser Einheiten zueinander und die Ausdehnung wird durch die Zahl der hineingedachten Einheiten zur Raumgröße. Mithin sind auch diese Bestimmungsstücke des Uratomes korrelativ. Zuerst

muß man die Vorstellung eines gemeinsamen „leeren" Raumes haben, der von Uratomen durchdrungen wird, und dann kann man erst das Uratom begreifen, aber immer nur als ein Teil dieses Ganzen durch einen Korrelationsbegriff.

Verzichtet man für diese Uratome auf die Anziehung oder Abstoßung aus der Ferne oder auf die Energie der Lage, verzichtet man ferner auf eine Änderung der Form im Falle der Berührung, so bleibt nichts anderes übrig als die wechselseitige Bewegungsbestimmung der sich berührenden Uratome im Augenblicke der Berührung oder die kinetische Energie. Diese Energie besteht im Zeitpunkte der Berührung aus dieser Wechselwirkung und außerhalb der Berührungszeitpunkte in dem Beharren in der erteilten Richtung mit konstanter Geschwindigkeit. Unter Berührung meine ich hier das erste Zusammentreffen zweier Uratome im Raume in mindestens einem Punkte, nicht mehr aber eine etwa darauffolgende Durchdringung, die nicht mehr bewegungsverändernd angenommen werden soll. Die Begründung dafür wurde früher gegeben. Es werden nämlich drei Verhältnisse zu unterscheiden sein: das reine Auseinander zweier Uratome, die Berührung in nur einem Punkte oder in nur einer Fläche je nach der Form der Uratome und die vorübergehende Durchdringung. Diese wird eine vorübergehende teilweise stattfindende oder gänzliche Deckung im Raume sein.

Da man in dieser Art nur mit einer einzigen Energieform, mit der kinetischen Energie, arbeitet, und alle anderen Energieformen auf diese eine zurückführen kann, so ist hierdurch die Bezeichnung „monenergetisch" gerechtfertigt. Man gelangt dadurch zum monenergetischen Entwicklungsbilde der Materie. Ein monenergetisches Weltbild gibt es allerdings nicht, wohl aber ein monenergetisches Bild der Materie.

Die kinetische Energie eines Uratomes ist im Grunde genommen nur ein kürzerer Ausdruck für die Bestimmung der translatorischen Bewegung eines Uratomes während einer Zeitstrecke aus translatorischen Bewegungszuständen in einer vorhergehenden Zeitstrecke. Das Uratom bewegt sich entweder in derselben Richtung weiter, in der es sich in der vorhergehenden Zeit bewegt hat, oder es hat eine Berührung mit einem anderen Uratome stattgefunden; dann ist die Bewegung aus den Be-

wegungen der zusammentreffenden Uratome bestimmbar. Die Bestimmung erfolgt konstruktiv im menschlichen Geist bei Übereinstimmung der Tatsachen mit den Folgerungen aus diesen Bestimmungen. Bestimmung heißt hier nicht schöpferische Hervorbringung, sondern nur Zuordnung im Hervorgebrachten, die in der ausbauenden Phantasie des Menschen zu Ende konstruiert wird.

An dem Begriffe des Uratomes haftet nicht dadurch ein Widerspruch, daß es ausgedehnt angenommen wird. Unteilbarkeit ist nicht identisch mit Unausgedehntheit. Die Unteilbarkeit des Uratomes besteht nicht darin, daß keine Ausdehnung da ist, deren Teilung vorgestellt werden könnte, sondern vielmehr darin, daß kein Instrument fein genug ist, mit dem eine weitere Teilung, die in der Phantasie vorgestellt werden kann, vorgenommen werden könnte.

Das Merkmal der Kleinheit gehört überhaupt nicht zum Wesen des Atomes; noch viel weniger das Merkmal der unendlichen Kleinheit. Sobald ein endliches Stück des Raumes so bewegt ist, daß alle Punkte in diesem Raume dieselben beziehungsweise parallelen Richtungen mit gleichen Geschwindigkeiten verfolgen, und alle Richtungen und Geschwindigkeiten bei allen möglichen Zusammenstößen immer nur für alle Punkte gleich verändert werden, sobald ist dieses Raumstück ein Atom, weil es nicht auseinander zu bringen ist. Für den Begriff des Uratomes genügt sogar eine vorläufige, nur äußerst selten aufgehobene faktische Ungeteiltheit. Der Kraftpunkt innerhalb des Uratomes ist nur eine Fiktion zur Erleichterung der Rechnung. Da monenergetisch keine eigentlichen Kräfte im Uratome möglich sind, so müßte dieser Punkt eigentlich der geometrische Mittelpunkt genannt werden.

7. Gleiche oder ungleiche Größe, Gestalt und Geschwindigkeit der Uratome?

Wenn zwei Münzen gleiche Größe und gleiche Gestalt haben, so wundern wir uns darüber nicht, weil wir wissen, daß sie gleich gemacht worden sind. Wenn wir aber zwei Menschen fänden, die an Gestalt und Größe ununterscheidbar gleich

wären, so würden wir uns sehr darüber wundern. Die Verwunderung würde noch gesteigert werden, wenn wir erführen, daß sie keine Zwillinge sind.

Sonderbarerweise fällt uns bei Annahmen letzter Teilchen der Materie gewöhnlich nichts auf, wenn diese Teilchen gleichgestaltet und gleich groß vorgestellt werden. Woher haben sie diese Gleichheit der Größe und diese Gleichheit der Gestalt dazu? Warum sind sie gerade so groß und nicht um ein Zehntel größer oder kleiner? Warum haben sie gerade die Kugelgestalt oder die Gestalt eines Tetraeders?

Das Natürlichere ist es offenbar, den verschiedenen Uratomen verschiedene Gestalten und verschiedene Größen in beliebigem Durcheinander zuzuschreiben. Gleichheiten wie die erforderliche Gleichheit der Atome desselben chemischen Elementes muß man erst durch Aggregation beliebig großer Uratome zu gleich großen Aggregaten entstehen lassen. Solche Gebilde ohne Konstruktion fertig vorauszusetzen ist keine Kunst.

Ebenso verhält es sich mit der Frage der Geschwindigkeit der Uratome. Es wird das Natürlichere sein, den verschiedenen Uratomen verschieden große Geschwindigkeiten und verschiedene Richtungen in beliebigem Durcheinander zuzuschreiben. Wenn ein gewisses Verhältnis der Geschwindigkeit zur Größe der Uratome besteht, so sollte dieses Verhältnis als das Ergebnis unvermeidlicher Vorgänge dargestellt werden, nicht aber als fertig vorausgesetzt werden, denn auch diese Voraussetzung ist keine Kunst.

Wenn endlich die Richtungen der Uratome in Ströme, in Wirbel oder in Strahlungen geordnet sein sollten, so wäre auch diese Ordnung vorerst als das Ergebnis unvermeidlicher Vorgänge darzustellen und nicht als fertig vorauszusetzen.

8. Masse und Bewegungsgröße des Uratomes.

In einem gewissen Sinne des Wortes bedeutet Masse eines Körpers das Gewicht dieses Körpers dividiert durch die Endgeschwindigkeit, die dieser Körper im freien Falle am Ende der ersten Sekunde erreichen würde. Da der Begriff Masse in diesem Sinne von Gewicht (pondus) abgeleitet wird, so kann man diesen abgeleiteten Begriff die ponderative Masse nennen.

Ein schwerloses Uratom, das kein Gewicht und keinen freien Fall durch Anziehung aus der Ferne hat, kann daher auch keine ponderative Masse haben.

Hingegen hat das Uratom eine Ausdehnungsgröße, einen Kubikinhalt, und dieser kann im Sinne von quantitas materiae die Masse des Uratomes genannt werden.

Ein Uratom kann die Bewegung eines anderen im Zeitpunkte der Berührung durch seine Geschwindigkeit und durch seine Masse (quantitas materiae) abändern, wobei noch die Richtung in Betracht kommt.

Die größte und einfachste Gesetzmäßigkeit wird konstruiert, wenn die wechselseitige Bewegungsbestimmung von den Richtungen und von dem Produkte aus Masse und Geschwindigkeit auf jeder Seite abhängt. Da die Fernwirkung und dadurch die Beschleunigung der Bewegung der Uratome ausgeschlossen wird, so ist die Geschwindigkeit immer zwischen je zwei Berührungen für dasselbe Uratom konstant. Nach einer Berührung wird die Geschwindigkeit eine andere sein können, solange die Geschwindigkeiten auf die Uratome regellos verteilt sind.

Die Bewegungsgröße, quantitas motus, eines Uratomes wird daher im Cartesianischen Sinne durch mc ausgedrückt werden können.

Das Produkt mc erscheint auch in den Stoßformeln für elastische und unelastische Aggregate. In diesen Formeln hat m den Sinn einer ponderativen Masse.

Weil die Uratome schwerlos angenommen werden, darum ist es auch unmöglich, den Begriff der lebendigen Kraft oder $\frac{mv^2}{2}$ auf die Bewegungen der Uratome anzuwenden.

In diesem Ausdrucke bedeutet m nicht mehr den Kubikinhalt des Uratomes, sondern den Quotienten $\frac{p}{g}$. Das Gewicht p soll aber ausgeschlossen sein, weil die Uratome noch schwerlos gedacht sind und selbst die Erscheinung des Gewichtes an den Aggregaten erzeugen sollen. Die Beschleunigung g ist ausgeschlossen, weil keine Fernwirkung angenommen werden soll.

Der Begriff der lebendigen Kraft kann auch deshalb nicht auf Uratome angewendet werden, weil er sich auf den Gegen-

satz zwischen Fortbewegung und Einspeicherung der potentiellen Fortbewegungsenergie bezieht. Im monenergetischen Bilde entfällt aber jede Einspeicherung, weil das die Einspeicherung einer zweiten Energieform wäre, und daher entfällt auch die Beziehung dieser Gegensätze.

Die Bewegungsgröße mc hat ihren Sinn (wobei m bei Uratomen den Kubikinhalt bedeutet), wenn es sich um die wechselseitige Bewegungsbestimmung zwischen einem A und einem davon verschiedenen B handelt.

Die lebendige Kraft $\frac{mv^2}{2}$ kommt zur Anwendung (wobei m den Quotienten $p:g$ bedeutet), wenn es sich um die Wirksamkeit der Fortbewegungsleistung auf die Bewegungs-Energie-Einspeicherung desselben A in irgend einem Punkte seiner Bahn handelt, die nach B orientiert ist.

Könnte ein Uratom A, das das Gewicht p hätte, und die Bahn s, genommen in der Richtung vom Uratome B weg, zurückgelegt hätte, eben dadurch die Möglichkeit der Umkehr nach B erzeugen, so hätte man neben dem wirklichen ps die potentielle Leistung $-ps$ zu unterscheiden. Wegen $m = \frac{p}{g}$ und $s = \frac{gt^2}{2}$ ist $ps = \frac{mg^2t^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$. Nun hat aber das Uratom, wenn man es monenergetisch denken will, kein p, kein g, daher kein $p:g$, kein gt und kein v. Man kann daher vom Uratome nicht sagen, die wirkliche Bewegungsenergie habe ihr Maximum, wenn die potentielle Null ist und umgekehrt; man kann auch nicht sagen, die Summe der potentiellen und der aktuellen sei für jeden Punkt der Bahn konstant.

Die lebendige Kraft wird zum Ausdrucke der Konstanz der Energie brauchbar unter der Voraussetzung einer zweiten Energieform, der Energie der Lage oder besser gesagt, der Fernwirkung. Es bleibt also für die monenergetische Betrachtungsweise nur die Bewegungsgröße mc als Ausdruck dessen übrig, was in den Bewegungsbestimmungen zwischen den sich berührenden Uratomen im Augenblicke der Berührung entscheidend ist. Bewegungsgröße heißt hier das Produkt aus dem Kubikinhalte und der Geschwindigkeit. Ein Verhältnis

zwischen einer aktuellen und einer potentiellen Energie desselben Uratomes für irgend einen Punkt seiner Bahn außerhalb des Zeitpunktes der Berührung entfällt.

Was für den polyenergetischen Standpunkt zum Unsinn wird, nämlich die Konstanz der Energie durch Bewegungsgröße ausdrücken zu wollen, wird für den monenergetischen Standpunkt in Bezug auf das Uratom zur Unvermeidlichkeit und zum guten Sinne. Es wird sich später zeigen, wie es mit dem Ausdrucke der Bewegungsrichtung für Uratome zu halten sei, wenn die Bewegungsgröße mc gegeben ist.

Die Bedeutung des m in mc ist für den polyenergetischen Standpunkt $p:g$, und für den monenergetischen der Kubikinhalt eines schwerlosen Uratomes, dem keine Beschleunigung aus der Ferne erteilt werden kann.

Die lebendige Kraft ist korrelativ zur Energie der Lage. Mit einem Begriffe werden auch seine Korrelationen weggelassen.

9. Uratome verlangen ein Urstoßgesetz.

Der bequemste Weg, zur Vorstellung der Bewegungsbestimmungen der Uratome zu gelangen, ist die Übertragung der Stoßgesetze, die für sinnenfällige Aggregate gelten, auf den Stoß zwischen Uratomen. Diese Übertragung ist aber nicht streng logisch, weil es nicht angeht, von der Elastizität und von der Härte der Uratome zu reden. Diese Eigenschaften werden erst an Aggregaten durch die Aggregation möglich.

Durch die Anwendung der Stoßgesetze für Aggregate auf Uratome versuchte man Hypothesen zu bauen, in denen große Aggregate durch viele Stöße isoliert fliegender Uratome von vielen Seiten gestoßen werden. Da sich die Aggregate gegenseitig als Schirme dienen, so seien die Stöße auf die Außenseiten zahlreicher. Die Aggregate würden dadurch gegeneinander gestoßen. Es entstehe der Schein, als zögen sie sich aus der Ferne an.

Typisch ist die Hypothese des Le Sage[1]), die mit absolut

[1]) „Le Sage, Inauguraldissertation" von W. Stosz, Halle 1884.

harten Uratomen arbeitet, und die Hypothese von H. Schramm[1]), die elastische Uratome als elastische Bläschen annimmt. Alle anderen Hypothesen lassen sich als Komplikationen der typischen Vereinfachungen auffassen.

Die Kritik kann zwei Fragen aufwerfen; erstens: sind die Hypothesen sachlich durchführbar, und zweitens: welchen Wert haben sie für die Vereinfachung des Bildes der Materie? Die zweite Frage entfällt, weil bereits die sachliche Durchführung nicht gelingt.

Die Einwände beziehen sich gewöhnlich auf die sachliche Durchführbarkeit.

Gegen die absolut harten Uratome findet man vorzüglich den Einwand, daß bei Stößen aus entgegengesetzten Richtungen kinetische Energie im translatorischen Sinne verloren gehe. Daran schließt sich die Fortsetzung des Einwandes, daß diese Energie, in Wärme verwandelt, die Welt in kurzer Zeit zum Glühen bringen müßte.

Dieser Einwand ist in dieser Form nicht schwerwiegend, denn die Uratome haben keine Innenbewegung, daher auch keine Temperatur und keine Wärme im Sinne einer Innenbewegung. Hingegen bleibt der Einwand bestehen, daß kinetische Energie verloren gehen und die Fortbewegung in der Welt schwächer, die Fallbewegungen immer langsamer werden müßten. Das Ende der Welt wäre ein allgemeiner Verlust aller translatorischen Bewegungen.

Um dieser Verlegenheit auszuweichen müßte man geradezu einen neuen Begriff der potentiellen Energie erfinden. Dabei ginge die monenergetische Anschauungsweise verloren. Die Absonderlichkeit dieses neuen Begriffes kann kurz im folgenden gezeigt werden.

Es seien zwei Uratome A und B gegeben, die durch eine günstige Orientierung ihrer Bahnen im geraden Stoße aus entgegengesetzten Richtungen zusammengetroffen sind. Wären A

---

[1]) H. Schramm, „Die allgemeine Bewegung der Materie als Grundursache der Naturerscheinungen", Wien 1872. — Vergl. die genannte Inauguraldissertation von W. Stosz und ferner C. Isenkrahe: „Das Rätsel von der Schwerkraft", Braunschweig 1879.

und B nicht Uratome, sondern Aggregate, so würde die bekannte Ableitung erfolgen können:

$$v = \frac{mc - m'c'}{m + m'}.$$

Die Geschwindigkeit v nach dem Stoße ist für A und B gleich. Waren die Bewegungsgrößen vor dem Stoße gleich, so verschwindet die Fortbewegung vom Platze gänzlich. Es hat kein Energieverlust stattgefunden, denn die Fortbewegung hat sich in eine Innenbewegung der Aggregate verwandelt.

Nun sind aber A und B Uratome ohne die Möglichkeit einer Innenbewegung. A und B werden auch in diesem Falle ihre Geschwindigkeiten so lange ändern, bis sie gleich geworden sind. Sind die Richtungen vor dem Stoße identisch, so wird das schnellere Uratom an das langsamere so viel Bewegungsgröße abgeben, als dieses aufnimmt. Ist die Geschwindigkeit vor dem Stoße $+c$ und $+c'$, die ausgeglichene $+v$, so wird der Gewinn an Bewegungsgröße auf der einen Seite dem Verluste auf der anderen gleich sein, also:

$$m(c - v) = m'(v - c')$$

oder

$$v = \frac{mc + m'c'}{m + m'}.$$

Sind die Richtungen vor dem Stoße einander entgegengesetzt, so sind die Vorzeichen zu wechseln:

$$v = \frac{\pm mc \mp m'c'}{m + m'}.$$

Wohin ist im Falle $v = 0$ die Summe der Bewegungsgrößen gekommen? Soll diese Summe irgendwie erhalten bleiben, so muß man den Begriff der potentiellen Energie bereits hier zulassen. Die Summe der ohne Rücksicht auf die Vorzeichen ausgedrückten aufgespeicherten Bewegungsgrößen ist jetzt $mc + m'c'$; die aktuelle Bewegungsgröße ist 0.

Zwei Uratome A und B, die sich in dieser Weise zur Ruhe gebannt halten, sind anders zu behandeln, als wenn sie mit den potentiellen Bewegungsgrößen 0 in der Berührung ruhten. Der Unterschied zeigt sich in dem Augenblicke, wo ein drittes Uratom C gerade oder seitlich stoßend eines der gebannten Ur-

atome berührt. Wäre das berührte B ein Aggregat, so wäre seine Bewegungsgröße, die es vor dem Stoße hatte, ganz in Innenbewegung umgewandelt worden und jetzt für die Fortbewegung $= 0$. Das stoßende C allein bewegt das B, indem es Bewegungsgröße abgibt. Wird B von C senkrecht auf die Verbindungslinie der Zentren von A und B getroffen, so bleibt A in Ruhe, während B und C mit gleicher Geschwindigkeit weitergehen.

Nun sind aber A und B Uratome, ohne Innenbewegung, und mit potentieller translatorischer Energie sozusagen geladen. Diese Momente werden als Komponenten der neuen Bewegung wieder frei oder aktuell. Die neue Bewegung geht in einer Resultierenden aus der Bewegung von C und der freiwerdenden Bewegung von B.

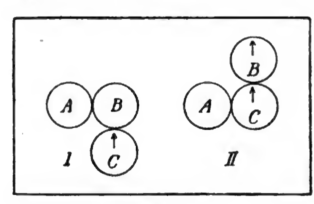


Fig. 1.

Das Bild wird auch im schiefen Stoße zwischen zwei Uratomen ein anderes sein.

Sind A und B Aggregate, so geht in der Richtung der Verbindungslinie der Zentren aktuelle Bewegungsgröße in Innenbewegung über. Kommen A und B in den zentralen Komponenten zur Ruhe, so gleitet B in der Richtung der tangentialen Komponente ab. Diese Vorstellung darf man nicht auf Uratome übertragen, wenngleich eine solche Übertragung wiederholt und in sehr bekannten Hypothesen stattgefunden hat. Sind A und B Uratome, so wird die potentielle Bewegungsgröße von B während des Abgleitens wieder aktuell, und B bewegt sich nicht in der Richtung der tangentialen Komponente weiter, sondern in einer resultierenden aus dieser und aus der zentralen, die immer größer

wird, je mehr von der aufgespeicherten Bewegungsgröße in aktuelle übergeht.

Denkt man sich *A* und *B* noch schwerlos, ohne Schwermittelpunkt und ohne Stützpunkt überhaupt, so wird *B* in stetiger Berührung mit *A* an diesem so lange gleiten, bis es seine volle Bewegungsfreiheit wieder erlangt hat, d. h. bis *A* mit seiner Undurchdringlichkeit nicht mehr im Wege steht. *B* bewegt sich im ersten Zeitpunkte der Berührung mit *A* in der Richtung der tangentialen Komponente. Die absolut genommenen Werte der Bewegungsgrößen in den zentralen Komponenten sind für den Fall der Gleichheit in diesem Zeitpunkte durchaus potentiell. In einem späteren Zeitpunkte hätte *B*, wenn es ein Aggregat wäre, in der Fortsetzung seiner rein tangential gerichteten Bewegung einen Ort rechts gerade hinab von *A* und entfernt von *A* eingenommen. Da aber die zentrale Komponente wieder auflebt,

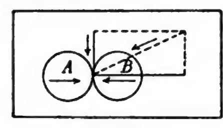


Fig. 2.

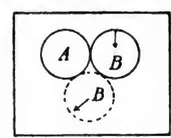


Fig. 3.

d. h. so viel als möglich aktuell wird, so befindet sich *B* so nahe als möglich an *A*, also rechts unterhalb *A* in Berührung mit *A* schief nach unten und links gerichtet. *A* und *B* befinden sich noch immer in der Lage eines schiefen Stoßes. Die Lage ist der eines rein tangentialen Stoßes näher gekommen. Die beiden Uratome verschieben ihre Lage so lange, bis sie sich in die Richtung eines rein tangentialen Stoßes gebracht haben. Von da an bewegen sie sich hindernislos auseinander, und die ganze potentielle Energie ist wieder in aktuelle verwandelt worden.

Könnten die Uratome in sinnenfälliger Größe sichtbar gemacht werden, so müßte ihr Bewegungsspiel einen befremdenden Eindruck machen. Es gleicht im zentralen Stoße dem Verhalten der unelastischen Aggregate. Im schiefen Stoße erinnert es an Elastizität; von dieser unterscheidet es sich wieder durch die Richtungen nach dem Stoße, weil die Uratome nicht zurückprallen,

sondern ihre Wege nach derselben Weltgegend, wenn auch in geänderten Richtungen, fortsetzen.

Durch die Einführung dieses absonderlichen Begriffes einer Energie der Lage ohne äußere Kennzeichen einer solchen wird der monenergetische Standpunkt verlassen und der Konstruktion der Entstehung der Schwere doch auch nicht genützt. Die schirmende Wirkung eines materiellen Systemes auf ein anderes wird nämlich nicht erreicht. Die von außen oder a tergo in das System fliegenden Uratome prallen von den getroffenen Teilchen nicht zurück, weil der elastische Stoß hier nicht vorausgesetzt wird, und sie gleiten auch nicht seitlich ab, wie dies Aggregate tun würden, weil sie keine Aggregate mit Innenbewegung sind.

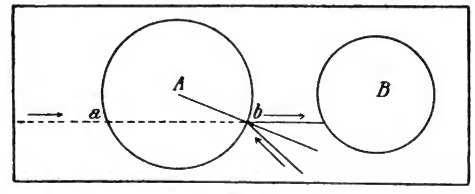


Fig. 4.

Sie würden vielmehr um die getroffenen Teilchen des Systemes herumgleiten, bis sie in die Lage eines rein tangentialen Stoßes gekommen sind, wie eben gezeigt wurde. Die Uratome werden daher in das getroffene System zwischen den Teilchen schief eindringen und nach wiederholten Bahnbrechungen durch Stöße schließlich das andere System treffen, von dem die Stöße hätten abgeschirmt werden sollen.

Gegen die absolut elastischen Uratome hat man hauptsächlich eingewendet, daß die schirmende Wirkung durch die reflektierende aufgehoben wird.

Das System *A* fängt zwar im Punkte *a* einen Stoß auf, den *B* erhalten hätte, wenn *A* nicht da wäre. *B* erhält aber aus dem Punkte *b* einen Stoß durch Reflexion, den es nicht erhalten hätte, wenn *A* nicht wäre. Jeder Punkt des Teiles der Oberfläche von *A*, der dem System *B* zugekehrt und im stande ist,

die Bahn eines direkten Stoßes auf *B* aus irgend einer Richtung her zu verschließen, z. B. der Punkt *b*, eröffnet gleichzeitig die Bahn eines reflektierten und nach *B* gelangenden Stoßes. Die Ausfallsbahn liegt mit dem Radius von *A* und der Einfallsbahn in derselben Ebene.

Weil nun jeder Punkt, der eine Bahn verschließt, dafür eine andere öffnet, so können sich *A* und *B* nicht gegenseitig schirmen. Sie können nicht gegeneinander gestoßen werden.

Ein atomistisches Bild der Materie mit nur einer Energieform (wechselseitige Bestimmungen der translatorischen Bewegungen im Zeitpunkte der Berührung) verlangt also ein neues Urstoßgesetz, das nicht aus der sinngemäßen Anwendung des Stoßgesetzes für Aggregate gewonnen werden kann, sondern erraten und weit einfacher konstruiert werden müßte, so daß die Stoßgesetze für Aggregate aus dem Urstoßgesetze abgeleitet werden könnten, aber nicht umgekehrt. Es müßte die Energie der Lage auch im Sinne der früher geschilderten eigenartigen potentiellen Bewegungsgrößen ohne äußeres Merkmal ausgeschaltet werden. Ebenso müßte eine eigenartige Uratomenelastizität mit einer eigenartigen Umformungs- und Rückformungsenergie vermieden werden. Die Konstruktion eines solchen Urstoßgesetzes ist nicht unmöglich und ihre Denkbarkeit soll im folgenden gezeigt werden.

10. Bewertung der Versuche, ein Urstoßgesetz zu konstruieren.

Der Übertragung der Stoßgesetze für Aggregate auf Uratome stehen sachliche Schwierigkeiten gegenüber, die wenigstens sehr vielen und auch mir unüberwindlich zu sein scheinen. Wenn aber die sachlichen Schwierigkeiten nicht bestünden, so wäre noch immer die Frage übrig, ob durch die Einführung einer eigenartigen Uratomenelastizität und einer eigenartigen potentiellen Bewegungsgröße den Anforderungen an die Ökonomie des Denkens genügt werde.

Die hypothesenfreie Anschauung der Materie ist mit Atomismus unverträglich. Sie führt dazu, viele Energieformen nebeneinander zu halten, ohne sie aufeinander zurückführen zu können, oder aus einer einzigen entspringen zu lassen. Das ist zwar

nicht sehr ökonomisch, aber es ergibt sich doch wenigstens der Vorteil der Hypothesenausschaltung.

Läßt man die atomistische Hypothese zu, so will man dadurch den Vorteil der Verringerung der Energieformen wenigstens auf der niedersten Baustufe erreichen. Das Minimum an Energieformen ist 1, und zwar die aktuell kinetische, rein translatorische Energie. Daher wird auf die Annahme der Fernwirkung zwischen Uratomen verzichtet. Konstanz der Energie heißt hier Konstanz der Summe der ohne Rücksicht auf die Richtung ausgedrückten Werte der Bewegungsgrößen der nie zur Ruhe kommenden Uratome.

Die Übertragung der Stoßgesetze für Aggregate auf Uratome durch die Einführung einer neuen potentiellen Energie der potentiellen Bewegungsgrößen oder aber der eigenartigen Elastizitätsenergie der Uratome vernichtet wiederum den Vorteil des Minimums von Energieformen.

Die absolut harten Uratome setzen Energie der Lage im Sinne der eigenartigen potentiellen Bewegungsgrößen ohne äußeres Kennzeichen voraus. Diese Annahme ist viel schwieriger als die Annahme der Fernwirkung, die man umgehen will.

Die absolut elastischen Uratome setzen eine eigenartige Umformungsenergie voraus, worunter die Abplattung gemeint ist und ein Rückformungsenergie. Dieser Wechsel der Form bei gleichem Rauminhalte und nicht als Innenbewegung kleiner Teile, also keinesfalls als echte Elastizität zu nehmen, ist weit schwieriger vorzustellen als die einfache Fernwirkung, deren Annahme man umgehen will.

11. Neuer Versuch der Konstruktion eines Urstoßgesetzes. — Zentraler Stoß zweier Uratome.

Die Anwendung der Stoßgesetze für Aggregate auf Uratome setzt neben der Berührung im Stoße noch Undurchdringlichkeit voraus. Die Berührung allein hat noch keine wechselseitige Bewegungsbestimmung zur Folge. Nur weil neben der Berührung die Undurchdringlichkeit der Aggregate besteht, kommt es zum Zwange der Ausgleichung der Geschwindigkeiten.

Die Undurchdringlichkeit ist also ein Urvermögen, das zu-

sammen mit der kinetischen Energie die physikalische Arbeit ermöglicht. Ein streng monenergetisches Bild der Materie müßte sich auch noch von der Undurchdringlichkeitsenergie befreien. Will man die Undurchdringlichkeit keine Energie nennen, so ist sie mindestens eine die Energie erst ermöglichende Ureigenschaft, von der man nicht beweisen kann, daß sie in das Eigenschaftsminimum der Uratome aufgenommen werden muß.

Eine reine wechselseitige Bewegungsbestimmung müßte sich mit der Berührung als solcher begnügen. Die Gemeinsamkeit eines Punktes zweier Kugeln zum Beispiel wäre die Bedingung, unter der sich zwei Uratome in ihren Bewegungsbestimmungen gegenseitig verändern. Das müßte als monenergetische Urhypothese an den Anfang gestellt werden. Das Wort Undurchdringlichkeit erscheint dabei ganz überflüssig.

Es seien nun zwei schwerlose Uratome als Kugeln oder als andere Gestalten aber von konstanter Größe und konstanter Gestalt im Weltraume gegeben. Größe und Gestalt sollen sich nur für den Fall einer Zersplitterung und im Sinne einer solchen ändern. Die beiden seien wie alle anderen Uratome in geradlinigen Bewegungen mit konstanten Geschwindigkeiten begriffen. Nur unter der Bedingung des Urstoßes oder der Berührung solle eine Veränderung in der Richtung und in der Geschwindigkeit erfolgen können. Die Uratome müßten nicht untereinander gleich groß und auch nicht gleich schnell sein. Die Bahnen könnten ganz unregelmäßig durcheinandergeworfen angenommen werden.

Die zwei zuerst genannten Uratome seien nun in seltener Weise dadurch ausgezeichnet, daß sie sich in derselben Bahn aus entgegengesetzten Richtungen gegeneinander bewegen, ohne sich aus der Ferne anzuziehen, und ohne sich durch eine solche Anziehung in dieselbe Bahn gebracht zu haben. Wenn kein drittes Uratom in den Weg kommt, werden sie sich im geraden Stoße treffen.

Will man wirklich mit nur einer einzigen Energieform bauen (was eben Sache des Willens bleibt) so darf die Entfernung der Uratome voneinander keinen Einfluß auf die Geschwindigkeit haben. Das wäre schon eine Energie der Lage und eine Aufspeicherung der kinetischen Energie in die Form der potentiellen, beziehungsweise eine Freigebung der aufgespeicherten Energie

in die Form der aktuellen. Im monenergetischen Bilde der Materie soll es aber nach der Voraussetzung nur aktuelle Energie geben. Mit dem Verzichte auf die Annahme einer Fernwirkung entfällt auch die Möglichkeit der Annahme, daß diese zwei Uratome sich selbst durch gegenseitige Anziehung in eine identische Bahn richten. Die Annahme der Fernwirkung wird nicht etwa deshalb abgelehnt, weil sie Denkschwierigkeiten oder sogar einen Widerspruch in sich hätte, sondern nur aus Rücksicht auf die Stilgerechtigkeit des Bildes der Materie.

Es sei nun der Augenblick da, wo diese zwei Uratome zur Berührung kommen. Die Stoßgesetze für Aggregate sollen hier nicht zur Anwendung kommen, weil sie die Undurchdringlichkeit voraussetzen, also eine Ureigenschaft, aus der erst die Ausgleichung der Geschwindigkeiten der Aggregate folgt. Eines der Uratome würde, wenn es undurchdringlich wäre, von seiner Bewegungsgröße nur so viel abgeben, und das andere nur so viel annehmen, als durch die Undurchdringlichkeit erzwungen wird. Die Bewegungen würden sich nicht unmittelbar selbst (oder monenergetisch) sondern durch Vermittlung des Bewegungswiderstandes oder der Widerstandskraft (polyenergetisch) bestimmen.

Soll die Bewegungsbestimmung unmittelbar erfolgen, so darf dem Abströmen der Bewegungsgröße keine Grenze durch etwas anderes (durch die Undurchdringlichkeit) gezogen werden. Will man im Gesamtbilde der Materie die Energie konstant erhalten und doch dabei monenergetisch denken, so muß die Summe der vorzeichenlos genommenen Werte der Bewegungsgrößen vor und nach dem Urstoße konstant sein. Bewegungsgröße heißt hier Produkt aus dem Kubikinhalte eines räumlich endlich ausgedehnten Uratomes mit der Geschwindigkeit, die zwischen zwei Uratomenstößen oder Uratomenberührungen konstant ist.

Die Summe der mc und $m'c'$ (ohne Rücksicht auf die Richtung der Bewegung genommen, also durchaus mit $+$ bezeichnet und ohne Projektion auf eine bestimmte Ebene) würde konstant bleiben, wenn sie in gleiche Teile geteilt würde. Dadurch wäre aber das Verhältnis zu den Momenten vor dem Stoße gestört. Dadurch würde der Baustil eines Naturgesetzes verletzt.

Die Summe bleibt auch konstant, wenn sie im Verhältnisse zu den Massen (Raumgrößen) allein oder aber im Verhältnisse zu den Geschwindigkeiten allein direkt oder verkehrt proportioniert geteilt würde. Überall entstehen stilwidrige Mißverhältnisse. Außerdem ist die Masse keine Realität, die sich von der Geschwindigkeit sachlich trennen läßt und umgekehrt. Man kann einem Uratom eine andere Geschwindigkeit zuschreiben, indem man die eine Geschwindigkeit in die andere übergehen läßt. Man kann aber kein Uratom im „leeren" Raume vorstellen, das in Bezug auf einen Punkt dieses Raumes weder ruhend noch bewegt wäre. Ebensowenig läßt sich eine Geschwindigkeit vorstellen, die nicht die Geschwindigkeit eines Uratomes wäre, das Uratom mag beliebig klein genommen werden. Das bewegte Uratom, das dem menschlichen Begriffsbildungsvermögen die Anregung gibt, die Begriffe Uratom und Geschwindigkeit zu bilden, ist sachlich ein nicht aus Figur und Bewegung zusammengesetztes, sondern ein ursprünglich Einheitliches; ein sogenanntes erzeugendes Element einer Bewegungsmannigfaltigkeit, das in seiner Gänze und Einheitlichkeit im Zeitpunkte der Berührung das Bewegungsbestimmende sein wird. Sehen wir von den menschlichen Begriffsbildungen Geschwindigkeit und Figur ab, so ist sachlich im Zeitpunkte der Berührung nichts anderes da als zwei Bewegungsgrößen.

Die einfachste Bestimmung im Zeitpunkte der Berührung ist der Tausch der Bewegungsgrößen in Hinsicht auf die Größe und auf die Richtung. Die Bewegungsgrößen nach dem Stoße sind den Bewegungsgrößen vor dem Stoße, wenn ein Tausch stattfindet, umgekehrt proportioniert.

Holt das schnellere Uratom A mit der Bewegungsgröße mc das langsamere B mit der Bewegungsgröße $m'c'$ in derselben Richtung im geraden Stoße ein, so geht B nach der Berührung in derselben Richtung mit der Bewegungsgröße $= mc$ und A mit $= m'c'$ weiter. Ist m und m' gleich groß, so haben die Uratome ihre Geschwindigkeiten getauscht.

Treffen sich A und B aus entgegengesetzten Richtungen im zentralen Stoße, so hat A vor dem Stoße das Moment mc in der Richtung $+$ und nach dem Stoße das Moment $= m'c'$ in der Richtung $-$. Hingegen hat B vor dem Stoße das Moment $m'c'$

in der Richtung — und nach dem Stoße das Moment $= mc$ in der Richtung $+$. Die Uratome haben dann die Bewegungsgrößen und die Richtungen getauscht. Ist $m = m'$, so tauschen sie die Richtungen und die Geschwindigkeiten.

Die Summe der vorzeichenlos und ohne jede Beziehung auf eine bestimmte Ebene genommenen Momente bleibt konstant.

Diese Bewegungsbestimmung kann man auch so ausdrücken: zwei Uratome, die sich im zentralen Stoße treffen, teilen sich in die Summe der absolut genommenen Werte ihrer Bewegungsgrößen vor der Berührung im umgekehrten Verhältnisse dieser Bewegungsgrößen vor der Berührung. Dabei ist die Richtung des treffenden (= des einen) Uratomes nach der Berührung identisch mit der Richtung des getroffenen (= des anderen) vor der Berührung. Jedes Uratom ist zugleich ein treffendes und ein getroffenes.

Die Aufteilung der Summe der absoluten Werte der Bewegungsgrößen kann auch so ausgedrückt werden: jedes Uratom wirft im Zeitpunkte der Berührung seine gesamte Bewegungsgröße und Bewegungsrichtung ab, und nimmt dafür die gesamte Bewegungsgröße und die Bewegungsrichtung des berührten auf.

Die Richtung wird hier von einem beliebigen festen Punkte des sogenannten leeren Raumes beurteilt, sofern dieser Punkt außerhalb der zwei Uratome und in keinem dritten liegt.

Der zentrale Stoß wird dadurch bestimmt, daß die Bahn mit der Verbindungslinie der geometrischen Mittelpunkte zusammenfällt. Schwermittelpunkte gibt es für schwerlose Uratome nicht.

Die Vorstellung dieses Urstoßes ist unabhängig von der Undurchdringlichkeit der Uratome gebildet. Die Uratome *A* und *B* gehen nach der Berührung aus entgegengesetzten Richtungen her wieder nach entgegengesetzten Richtungen auseinander; aber nicht, weil sie durch eine Undurchdringlichkeit zum Tausche der Richtungen und der Bewegungsgröße gezwungen werden, sondern weil sie sich im Zeitpunkte der Berührung wechselseitig die Bewegungsgrößen und Richtungen abgenommen haben, so daß es nicht zur Probe der Durchdringbarkeit kommt. Wären alle Uratome gleich groß, so könnte ihre Undurchdringlichkeit, wenn es eine gibt, niemals auf

die Probe gestellt werden. Sie würden tatsächlich immer undurchdrungen bleiben, auch wenn sie durchdringbar wären.

Bei gleicher Größe verhalten sich die Uratome im zentralen Stoße so, als ob sie undurchdringlich und absolut elastisch wären. Es könnte dadurch der Schein entstehen, als wäre das Urstoßgesetz nur eine Ausflucht, um die Anwendung der Stoßformeln für elastische Aggregate auf Uratome zu ermöglichen.

Die Sache nimmt aber sofort eine andere Wendung, wenn man die Frage stellt, warum denn die Uratome gleich groß sein sollen, und wie man die willkürliche Annahme einer bestimmten Größenstufe unter unendlich vielen ebenso möglichen zu rechtfertigen hoffen könne?

Man kann ruhig annehmen, die Uratome seien in verschiedenen Größen gegeneinander im Spiele. Wir sehen ja, daß alles in der Natur, was zur selben Art gehört, von ungleicher Größe innerhalb zweier Grenzen ist. Es ist denkbar, daß die chemischen Atome desselben Elementes (nicht die Uratome) untereinander genau gleich seien; diese Gleichheit hätte aber dann einen Mechanismus zur Voraussetzung, durch den die Gleichheit geschaffen wird, wie etwa die Gleichheit der Münzen. Selbst für die chemischen Atome, die bereits komplizierte Aggregate aus Uratomen sein dürften, genügt eine individuelle Ungleichheit, die zwischen entsprechend enge Grenzen eingeschlossen ist, und ein durch diese Grenzen bedingter Durchschnittswert der Wirkungen großer Mengen.

Es seien nun zwei Uratome verschiedener Größe, was so viel heißt wie verschiedener Masse, im zentralen Stoße derart zusammengetroffen, daß das langsam gehende A von großer Masse m und kleiner Geschwindigkeit c von dem schnell gehenden B von kleiner Masse m' und großer Geschwindigkeit c' aus derselben Richtung eingeholt wird. A hat nach der Berührung das Moment $= m'c'$ und B das Moment $= mc$ in derselben Richtung.

Die Masse des A hat sich nicht geändert, die neue Geschwindigkeit x wird also mit m das Moment mx ergeben:

$$mx = m'c'$$

$$x = \frac{m'}{m} \cdot c'$$

Die neue Geschwindigkeit y des Uratomes B ergibt mit m' das Moment $m'y$:

$$m'y = mc$$
$$y = \frac{m}{m'} \cdot c$$

Sollen die Geschwindigkeiten nach dem Stoße x und y gleich sein, so muß

$$\frac{m'}{m} \cdot c' = \frac{m}{m'} \cdot c$$

werden können. Diese Bedingung ist erfüllt, wenn

$$c : c' = m'^2 : m^2.$$

Wenn die Geschwindigkeiten vor dem zentralen Stoße den Quadraten der Masse (d. i. der Kubikinhalte) der Uratome umgekehrt proportioniert und die Bewegungen gleich gerichtet waren, so bleiben die sich berührenden Uratome nach dem Stoße durch die gleiche Geschwindigkeit vereinigt.

In diesem Falle erinnern die Uratome an die absolut unelastischen Aggregate. Die Uratome gleichen aber nicht die Geschwindigkeiten aus, weil sie undurchdringlich sind, sondern sie bleiben undurchdrungen, weil sie die Geschwindigkeiten ausgleichen, indem sie die Bewegungsgrößen einander gänzlich abnehmen, so daß es nicht zur Probe der Undurchdringlichkeit kommt. Die Uratome bleiben in Berührung, ohne sich zu durchdringen und ohne sich voneinander zu entfernen.

Das monenergetische Urstoßgesetz hat in den Resultaten eine Ähnlichkeit mit dem Gesetze des Stoßes für absolut elastische und auch mit dem Gesetze des Stoßes für absolut harte Aggregate ohne daß Elastizität, Härte, Innenbewegung und Undurchdringlichkeit der Uratome angenommen wird.

Diese Vereinigung zweier Uratome ist der Anfang einer „Ballung“ der Materie oder der Fall eines Uratomenwachstums durch Apposition. Es wird sich später bei dem Zusammentreffen einer solchen Ballung mit einem dritten Uratome die Frage einstellen, ob eine solche Ballung erhalten werden kann. Die Vereinigung erfolgt nach dem Urstoßgesetze nur zwischen ungleich großen Uratomen. Auch hier erfolgt sie, was den zentralen Stoß betrifft, nur bei gewissen Geschwindigkeitsverhältnissen, die sehr

selten gegeben sein werden. Die Ballung der Materie aus Uratomen müßte danach eine Ausnahme und die Freiheit der Uratome die Regel sein.

Es wird sich zeigen, daß auch im Zusammentreffen aus parallelen Richtungen eine Ballung möglich ist, wobei die Bahnen von der Verbindungslinie der geometrischen Zentren geschnitten werden. Diese Bedingung der Ballung ist relativ weniger selten erfüllt als im zentralen Stoße, aber immer noch selten im Vergleiche zu den anderen Geschwindigkeitsverhältnissen, aus denen keine Ballung resultiert.

Nun nehme man in dem früheren Beispiele die Geschwindigkeit x des Uratomes A nach dem Stoße kleiner als die Geschwindigkeit y des einholenden B nach dem Stoße. Dieses Verhältnis $x < y$ wird eintreten, wenn

$$\frac{m'}{m} \cdot c' < \frac{m}{m'} \cdot c$$

oder

$$c : c' > m'^2 : m^2.$$

Diese Verhältnisse sind leicht gegeben. Das Uratom B hat nun einen Weg fortzusetzen, der durch A hindurchführt. Will man an dem Inhalte des Urstoßgesetzes festhalten, so muß man die Annahme der Undurchdringlichkeit der Uratome als überflüssig fallen lassen und sich mit der Undurchdringlichkeit der Aggregate zufrieden geben. Es wird sich später zeigen, daß aus dem Spiele durchdringbarer Uratome der sinnenfällige Schein einer Undurchdringlichkeit der sichtbar großen Aggregate folgt. An die Stelle der absolut undurchdringlichen Materie des Uratomes tritt die nur tatsächliche Nichtdurchdrungenheit in dem einen Falle und die tatsächliche Durchdringung in dem anderen Falle.

Die Frage der Durchdringung entzieht sich der experimentellen Behandlung. Die Durchdringung läßt sich mit zwei auf eine Wand geworfenen wandernden Scheibenbildern vergleichen, deren jede in einer anderen Farbe gegeben ist, und die sich während der Kongruenz in der Mischfarbe zeigen.

Der zentrale Stoß zweier Uratome aus derselben Richtung zeigt nicht weniger als drei mögliche Resultate:

$c:c' > m'^2:m^2$ die Bedingung der Durchdringung,
$c:c' = m'^2:m^2$ die Bedingung der Ballung,
$c:c' < m'^2:m^2$ die Bedingung der Vorwärtsstoßung.

Ein viertes Resultat, das Steckenbleiben eines Uratomes in einem anderen ist ausgeschlossen. Die Geschwindigkeit ist entweder im Zeitpunkte der Berührung gleich geworden, dann beginnt keine Durchdringung; oder sie war ungleich geblieben, dann kann das schnellere Uratom in dem langsameren nicht enthalten bleiben. Es wird zwar eindringen, es wird aber auch das langsamere Uratom nach der Durchdringung verlassen.

Aus den entgegengesetzten Richtungen gibt es für alle Geschwindigkeitsverhältnisse nur die gegenseitige Abstoßung.

12. Fortsetzung des Versuches der Konstruktion eines Urstoßgesetzes. — Schiefer Stoß zweier Uratome.

Als Bedingung des Tausches der Bewegungsgrößen und Richtungen wurde nur die Berührung zweier Uratome in mindestens einem Punkte angenommen. Danach muß sich die Behandlung des schiefen Stoßes richten.

Aggregate, die sich im schiefen Stoße treffen, werden ihre Bewegungsgrößen nicht bei der Berührung abwerfen, sondern nur so viel davon abgeben, als sie abgeben müssen und so viel davon annehmen, als ihnen aufgenötigt wird. Der Zwang geht von der Undurchdringlichkeit der Aggregate aus, die möglicherweise eine ableitbare Erscheinung einer Komplikation aus Urstoßvorgängen ist. Diese Undurchdringlichkeit ist in der Verbindungslinie der Zentren wirksam, in der Richtung senkrecht darauf ganz unwirksam. Die Behandlung des schiefen Stoßes verlangt eine Komponentenzerlegung in die zentrale Komponente der wirksamen Undurchdringlichkeit und in die tangentiale, in der dieser Zwang nicht zur Geltung kommen kann. Jeder schiefe Stoß kann als eine Resultierende aus zwei solchen Komponenten behandelt werden.

Fehlt den Uratomen die Undurchdringlichkeit, so fehlt auch eine bevorzugte Richtung, in der sie sich geltend machen kann. Damit entfällt aber auch der Zweck einer Zerlegung in Komponenten. Die Berührung zweier Kugeln oder sonstiger Gestalten

ist im zentralen Stoße genau so nur eine Berührung wie im schiefen. Die Lage der Verbindungslinie der geometrischen Mittelpunkte im Verhältnisse zu den Bahnen ist für die Berührung als solche gleichgültig. Wenn im Zeitpunkte der Berührung die eigenen Bewegungsgrößen und Richtungen abgeworfen und die der berührten angenommen werden, so ist dieser Tausch von der Richtung der Verbindungslinie der geometrischen Zentren unabhängig.

Sind die Uratome frei von einer Rotation um eine Achse, bewegen sich alle Punkte eines Uratomes geradlinig in parallelen und identischen Richtungen mit gleichen Geschwindigkeiten, so würde im Zeitpunkte der Berührung nicht etwa eine wirkliche Drehung des Uratomes in eine neue Bahn stattfinden, sondern eine plötzliche Richtungsänderung gleichzeitig in allen Punkten, so daß eine Brechung der geraden Bahn erfolgt.

Ein Beisammenbleiben durch gleich gewordene Geschwindigkeiten im Falle

$$c:c' = m'^2:m^2$$

ist durch die Verschiedenheit der sich schneidenden Richtungen ausgeschlossen.

Sind die Bahnen der Uratome zueinander parallel und nicht zu weit voneinander entfernt, so daß ein langsameres Uratom von einem schnelleren nicht nur eingeholt, sondern auch in mindestens einem Punkte berührt werden kann, so findet in diesem Falle eine Ballung der Uratome statt. Die Uratome bleiben nach der Berührung durch gleiche Geschwindigkeiten vereinigt, und alle Punkte der beiden Uratome beschreiben parallele, beziehungsweise identische Bahnen. Die Verbindungslinie der geometrischen Zentren schneidet in diesem Falle die Bahnen.

Folgerichtig muß auch der tangentiale Stoß als eine Berührung aufgefaßt werden, die von einem Tausche der Bewegungsgrößen und der Richtungen begleitet wird. Demgemäß muß auch für den tangentialen Stoß bei parallelen Richtungen und entsprechenden Geschwindigkeitsverhältnissen eine Ballung angenommen werden.

Alle anderen Verhältnisse

$$c:c' \gtrless m'^2:m^2$$

ergeben die Fälle der Durchdringung der Vorwärtsstoßung und der gegenseitigen Abstoßung.

Das Urstoßgesetz läßt sich daher für nur zwei Uratome einfach formulieren: zwei Uratome tauschen im geraden, schiefen und tangentialen Stoße die Bewegungsgrößen und die Richtungen.

13. Fortsetzung des Versuches der Konstruktion eines Urstoßgesetzes. — Schiefer Stoß dreier Uratome. — Mittelbare Berührung.

Es seien drei Uratome in demselben Zeitpunkte aus drei zueinander schiefen Richtungen so zusammengetroffen, daß jedes Uratom von jedem berührt wird. Es handelt sich jetzt darum, das Urstoßgesetz für drei Uratome so zu formulieren, daß der Urstoß für zwei Uratome sich daraus unverändert so ergibt, wie er vorhin angenommen wurde, wenn in die Formel statt 3 der Wert 2 eingesetzt wird.

Sind zwei Uratome gegeben, so tauschen sie nach der Annahme ihre Bewegungsgrößen und Richtungen im Zeitpunkte der Berührung. Treffen drei Uratome A, B und C gleichzeitig zusammen, so kann A seine ganze Bewegungsgröße abwerfen; A kann aber nicht die Summe der absoluten Werte der Bewegungsgrößen von B und C dafür annehmen, weil diese Art der Verteilung gegen den Baustil eines Naturgesetzes wäre. C würde zum Beispiel in dieser Gesetzlosigkeit die Bewegungsgröße des A übernehmen, und B leer ausgehen.

Soll die Summe der absoluten Werte der Momente vor und nach dem Stoße konstant sein, und soll jedes Uratom, das vor dem Stoße bewegt war (von einem festen Punkte des „leeren" Raumes aus beurteilt) die Geschwindigkeiten aller berührten Uratome nach der Berührung mitbestimmen, so kann jedes Uratom nur einen Teil der Summe der absoluten Werte der von ihm getroffenen Uratome auf sich nehmen. Die Größe dieses Teiles soll durch ein Gesetz bestimmbar sein. Der Sinn des hypothetischen Urstoßgesetzes ist ein Tausch. Der Träger eines großen Momentes gibt viel her, der Träger eines kleinen gibt wenig und jeder das Ganze, das er hat. Man wird daher folgerichtig formen, wenn man annimmt, daß die Größe der Anteile,

die jedes Uratom in dem Zeitpunkte der Berührung übernimmt, den absoluten Werten der abgeworfenen Bewegungsgrößen der von ihm berührten Uratome direkt proportioniert sei.

Hat A die Bewegungsgröße mc in irgend einer Richtung, B die Bewegungsgröße $m'c'$ und C die Bewegungsgröße $m''c''$, so gibt A den ganzen Wert mc her, der unabhängig von der Richtung nur durch m und c gemessen ist. Dafür nimmt A aus der Summe $m'c' + m''c''$ einen Teil auf. Dieser Teil setzt sich zusammen aus einem Teile von $m'c'$, ausgedrückt durch $y \cdot m'c'$ und aus einem Teile von $m''c''$, ausgedrückt durch $z \cdot m''c''$. Diese Teile sollen den Momenten vor der Berührung direkt proportioniert sein:

$$\text{I.} \quad y \cdot m'c' : z \cdot m''c'' = m'c' : m''c''.$$

Ebenso gibt B seine ganze Bewegungsgröße $m'c'$ ab; es nimmt dafür aus der Summe $mc + m''c''$ einen Teil $x \cdot mc + z' \cdot m''c''$, wobei wiederum das Verhältnis besteht:

$$\text{II.} \quad x \cdot mc : z' \cdot m''c'' = mc : m''c''.$$

Endlich gibt C seine Bewegungsgröße $m''c''$ ab; es nimmt dafür aus der Summe $mc + m'c'$ einen Teil $x' \cdot mc + y' \cdot m'c'$, der wie früher proportioniert ist:

$$\text{III.} \quad x' \cdot mc : y' \cdot m'c' = mc : m'c'.$$

Die Summe dessen, was das Uratom A abgegeben hat, ist:

$$\text{IV.} \quad x \cdot mc + x' \cdot mc = mc.$$

Ebenso hat B abgegeben:

$$\text{V.} \quad y \cdot m'c' + y' \cdot m'c' = m'c'$$

und C:

$$\text{VI.} \quad z \cdot m''c'' + z' \cdot m''c'' = m''c''.$$

Aus I bis III ergibt sich:

$$\begin{array}{ll} x = z' & x' = y' \\ y = z & y' = x' \\ z = y & z' = x. \end{array}$$

Aus IV bis VI ergibt sich:

$$x + x' = y + y' = z + z' = 1.$$

Aus den Substitutionen ergibt sich weiter:

$$x = x' = \tfrac{1}{2}; \; y = y' = \tfrac{1}{2}; \; z = z' = \tfrac{1}{2}.$$

Die Art der Substitution bleibt unverändert, wenn A mehr als zwei Uratome gleichzeitig berührt hat. Es wird dann:

$$x = x' = x'' = \ldots = x_n = \frac{1}{n}.$$

Die Bewegungsgröße nach der Berührung ist für jedes Uratom gleich der Summe der absoluten Werte der Momente der gleichzeitig getroffenen anderen Uratome, dividiert durch die Zahl der getroffenen anderen.

Die Aufteilung der Summe der Bewegungsgrößen erfolgt unabhängig von den Richtungen vor dem Stoße, weil die wechselseitige Bewegungsbestimmung durch die Berührung allein und ohne bevorzugte Richtung eines größten Widerstandes erfolgen soll. Da im schiefen Stoß zwischen je zwei Uratomen derselbe Tausch von Richtung und Bewegungsgröße vor sich geht wie im geraden, so können Winkelunterschiede der Richtungen den Tausch der Bewegungsgrößen als solcher nicht beeinflussen.

Die Bewegungsgröße eines Uratomes nach der Berührung kann also als eine Funktion der Summe der Bewegungsgrößen der getroffenen Uratome vor der Berührung und als eine Funktion der Zahl der gleichzeitig getroffenen dargestellt werden. Analog wird die Richtung der Bewegung eines Uratomes nach der Berührung als eine Funktion der Richtungen aller getroffenen und als eine Funktion der in diesen Richtungen enthaltenen Bewegungsgrößen zu konstruieren sein.

So wie das Uratom C seine Bewegungsgröße $m''c''$ gänzlich abwirft, und dafür von A und von B je einen Teil der Bewegungsgrößen mc und $m'c'$ aufnimmt, so wird es auch seine Richtung gänzlich abwerfen und dafür eine neue Richtung einschlagen, die weder ganz die Richtung von A noch auch ganz die Richtung von B vor dem Stoße sein wird. So wie von der Bewegungsgröße mc nur ein Teil angenommen wird, hier die Hälfte von mc, so wird auch die neue Richtung von C nicht mit der alten von A zusammenfallen, sondern mit ihr einen Winkel bilden. A bestimmt nur teilweise die neue Richtung des C; zum andern Teile wird die Bestimmung durch B erfolgen. Je stärker die Bestimmung durch A erfolgt, desto kleiner wird der Winkel sein, den die neue Richtung von C mit der alten Richtung von A bildet.

So wie die Hälfte von mc nicht mit der Hälfte von $m'c'$ gleich sein muß, so muß auch der Winkel der neuen Richtung von C mit der alten von A nicht gleich sein dem Winkel der neuen Richtung von C mit der alten von B.

Die Summe der Bewegungsgrößen $x' \cdot mc + y' \cdot m'c'$, die an C übertragen wird (III), ist dem Winkel analog, den die alten Richtungen von A und B untereinander bilden. Ist B nicht vorhanden, so überträgt A seine ganze Bewegungsgröße mc auf C und x' wird 1. Gleichzeitig wird auch der Winkel der Richtungen von A und B gegenstandslos und A überträgt seine alte Richtung unverändert auf C.

Ist $mc = m'c'$ daher auch $x' \cdot mc = y' \cdot m'c'$ weil $x' = y'$, so wird die neue Richtung von C durch A und durch B gleich stark bestimmt. Die neue Richtung von C liegt in der Ebene der alten Richtungen von A und B und halbiert den Winkel, den die alten Richtungen von A und B miteinander bilden.

Nun ist die neue Richtung von C um so stärker durch die alte Richtung von A bestimmt, je kleiner der Winkel ist, den die neue Richtung von C mit der alten von A bildet.

Die neue Richtung von C bildet mit den alten Richtungen von A und B die Winkel α und β, die zusammen den Winkel ausmachen, den die alten Richtungen untereinander bilden. Die Winkel α und β werden den Bewegungsgrößen von A und B, wie sie vor der Berührung gegeben waren, umgekehrt proportioniert sein:

$$\alpha : \beta = m'c' : mc.$$

Kam ein Uratom mit mehr als zwei anderen gleichzeitig zur Berührung, so wird die neue Richtung für jedes Uratom im Raume zwischen den alten Richtungen aller anderen getroffenen Uratome liegen und wieder so, daß die neue Richtung mit jeder der alten einen Winkel einschließt, dessen Größe von der Bewegungsgröße des getroffenen Uratomes vor der Berührung in demselben Sinne der umgekehrten Proportion wie früher abhängt.

Die Winkel der neuen Richtungen können in beliebigen Punkten der Uratome angelegt werden, weil die Uratome im Tausche der Richtungen keine Rotation annehmen. Vor der Berührung sind die Richtungen in allen Punkten desselben Uratomes

parallel, beziehungsweise identisch und nach der Berührung sind sie wieder parallel, nur alle in einer anderen Richtung, indem die Richtung in jedem Punkte ohne Stoßleitung und ohne Stoßzeit (die nur für Aggregate gilt) plötzlich und gleichzeitig gebrochen wird.

Wenn die Stoßwirkung erst in einer Stoßzeit durch das Uratom geleitet werden sollte, dann müßten verschiedene Punkte derselben Uratome verschiedene Geschwindigkeiten und verschiedene Richtungen in demselben Zeitpunkte haben können. Dadurch würde aber das Uratom als solches auseinandergehen. Das Uratom könnte zwar im Zustande der Rotation um eine Achse existieren, und auch im Zustande der periodischen Gestaltänderung, aber die Fälle der Verteilung ungleicher Geschwindigkeiten und Richtungen auf verschiedene Punkte desselben Uratomes sind sehr beschränkt.

Durch diese Proportion ist gesagt, in welcher Richtung das Uratom C die Bewegungsgröße $\frac{mc}{2}$ von A übernehmen wird. Die Richtung ist durch den Winkel α bestimmt, den die neue Richtung von C mit der alten von A in der Ebene bildet, die durch die alten Richtungen von A und B gelegt ist und wobei die neue Richtung von C zwischen den alten von A und B liegt.

Dazu kommt nun, daß dasselbe Uratom C auch von B eine Bewegungsgröße übernimmt, nämlich $\frac{m'c'}{2}$. Die Richtung, in der diese Größe übernommen wird, bildet mit der alten Richtung von B den Winkel β. Durch diesen Winkel ist die Lage der neuen Richtung für diesen anderen Anteil an einer Bewegungsgröße gleichfalls eindeutig bestimmt. Die Eindeutigkeit ist durch die Ebene gewonnen, in der der Winkel liegt und durch die Angabe, daß die neue Richtung zwischen den alten Richtungen von A und B liege. Aus der Art der Bestimmung des α geht hervor, daß die durch α bestimmte Richtung mit der durch β bestimmten immer identisch ist.

Das Uratom C soll also zwei Bewegungsgrößen $\frac{mc}{2}$ und $\frac{m'c'}{2}$ in derselben Richtung zugleich haben. Die resultierende

Bewegungsgröße wird also in dieser einen Richtung gleich der Summe $\frac{mc}{2} + \frac{m'c'}{2}$ sein.

Die neuen Richtungen lassen sich nicht aus den alten nach dem Kräfteparallelogramm ermitteln, weil die alten Richtungen im Zeitpunkte der Berührung durch die Abwerfung der Bewegungsgrößen leer oder gegenstandslos werden. Mit der gänzlichen Abwerfung der Bewegungsgrößen entfällt auch die Möglichkeit, das Kräfteparallelogramm auf kraftlose Uratome anzuwenden. Erst nachdem durch das Urstoßgesetz oder Tauschgesetz die Uratome neue Bewegungsgrößen in neuen Richtungen erhalten haben, so daß die Größen und die Richtungen durch dieses Gesetz bestimmt sind, erst danach ist etwas da, worauf man das Kräfteparallelogramm anwenden kann, und das sind die neuen Richtungen.

Da die Komponenten immer in derselben Richtung angelegt sind, so ergibt sich als Resultierende immer die Summe der Komponenten. Die Summe der Bewegungsgrößen der Uratome bleibt in der ganzen Welt konstant.

Es erhellt ferner daraus, daß die Bestimmung der Bewegungsgrößen für den Fall des gleichzeitigen Zusammentreffens von vielen Uratomen unabhängig von den Vorzeichen und ohne eine Projektion der Bahnen auf eine bestimmte Ebene gegeben werden durfte.

Drei Uratome können derart zusammentreffen, daß jedes mit jedem in mindestens einem Punkte in unmittelbare Berührung kommt. Es ist aber auch möglich, daß A und B sich unmittelbar berühren, ebenso B und C, nicht aber A und C. Die Uratome A und C berühren sich dann gleichzeitig aber nur mittelbar.

Der mittelbare gleichzeitige Stoß dreier Uratome ist ebenso zu behandeln wie der unmittelbare.

Der Ausdruck „unmittelbare Berührung" trifft nämlich nur den einfachsten Fall der gegenseitigen Bewegungsbestimmung. Zwei Uratome, die nur in der Richtung oder nur in der Geschwindigkeit oder in beiden zugleich verschieden laufen, mögen zunächst Uratome von verschiedener „Bewegungsbeschaffenheit" heißen. Der einfachste Fall kann dann so ausgedrückt werden: zwei Uratome von verschiedener Bewegungsbeschaffenheit, die

durch unmittelbare Berührung in mindestens einem Punkte in eine Berührungsgemeinschaft geraten, verändern sich wechselseitig ihre Bewegungsbeschaffenheit im Sinne des Urstoßgesetzes.

Aus dieser Annahme folgt zunächst scheinbar nichts Bestimmtes für den mittelbaren gleichzeitigen Stoß dreier Uratome. Man kann zum Beispiel sagen, A habe die Bewegungsgröße 5, B habe 4 und C habe 3. Nach dem Urstoße habe B von A 5 angenommen und von C 3, mithin zusammen 8, während A und C, weil sie sich nicht direkt berühren, sich in die von B abgeworfene Bewegungsgröße 4 teilen werden. Behandelt man den mittelbaren Stoß wie den unmittelbaren, so erhält A $3 \cdot 5$, B 4 und C $4 \cdot 5$.

Will man konsequent bauen, so muß man die Verhältnisse ähnlich formen, wie sie zwischen zwei Uratomen bestehen. Hier berühren sich die Uratome in mindestens einem Punkte unmittelbar, während sich alle übrigen Punkte, die den zwei verschiedenen Uratomen angehören, mittelbar berühren. Die Änderung der Geschwindigkeiten und der Richtungen erfolgt in sämtlichen Punkten.

Wenn man hier alle mittelbar berührten Punkte zweier Uratome so behandelt wie die unmittelbar berührten oder kongruenten, so wird man die mittelbar berührten Punkte in 3 und überhaupt in n Uratomen auch nicht anders behandeln können, wenn man konsequent sein will.

Eine relativ allgemeinere Fassung würde dann etwa lauten: n Uratome von verschiedener Bewegungsbeschaffenheit, die durch unmittelbar gleichzeitige Berührung in mindestens $(n-1)$ Punkten in eine Berührungsgemeinschaft geraten, bestimmen sich wechselseitig in ihrer Bewegung im Sinne des Urstoßgesetzes.

Der Zusatz „von verschiedener Bewegungsbeschaffenheit" kann weggelassen werden; wenn sie gleiche Bewegungsbeschaffenheit hätten, könnten sie eben nicht in Berührung kommen.

Diese allgemeinere Fassung ist noch nicht allgemein genug.

Es kann zum Beispiel ein großes Uratom von vielen kleinen soeben durchdrungen werden, und ein kleines kommt von außen an das große heran und berührt es. Nun ist das neu herangekommene Uratom nur mit dem einen großen in unmittelbarer Berührung und mit vielleicht hundert anderen kleineren in mittel-

barer. Alle diese soeben durchdringenden Uratome werden mit der Resultierenden aus ihnen und aus dem großen Uratome die neue Bewegung des Ankömmlings ebensogut bestimmen, als ob sie alle an der Oberfläche des großen gleichzeitig zur unmittelbaren Berührung gekommen wären.

Die allgemeinere Fassung wird dann etwa lauten: *n* Uratome, die in eine unmittelbare oder mittelbare gleichzeitige Berührungsgemeinschaft geraten, bestimmen sich wechselseitig in ihren Bewegungen im Sinne des Urstoßgesetzes.

Für den Ausbau einer monenergetischen Atomistik sind die durchdringenden Uratome weitaus die wichtigeren. Es ist unendlich unwahrscheinlich, daß hundert Uratome in einem mathemathisch genau genommenen Zeitpunkte in mittelbarer Berührung zusammentreffen, wenn sie dabei von außen aneinander herankommen sollen; hingegen erfordert das Durchdringen eine Zeitstrecke. Hundert kleine Uratome, die in verschiedenen Zeitpunkten in ein großes eingedrungen sind, können zur selben Zeit enthalten sein und durch ihre Resultierende sowohl für das durchdrungene Uratom wie auch für das herankommende überwiegend bestimmend sein.

Auch diese allgemeinere Fassung bedarf noch einer Erläuterung.

Es werde zum Beispiel ein großes Uratom von zwei kleineren soeben durchdrungen. Die Berührung vor der Durchdringung hatte eine Bewegungsbestimmung zur Folge, die während der Durchdringung unverändert beibehalten wird.

Nehmen wir an, die kleinen Uratome treffen sich im Laufe der Durchdringung innerhalb des großen. Eine mittelbare Berührung hatte schon früher beim Beginne der Durchdringung stattgefunden. Damit war eine Bewegungsbestimmung verbunden. Jetzt erfolgt eine unmittelbare Berührung. Soll neuerdings eine Bewegungsbestimmung stattfinden? Es steht offenbar nichts im Wege anzunehmen, daß die zwei oder drei kleinen Uratome, die innerhalb des großen zu unmittelbarer Berührung zusammentreffen, sich neuerdings in ihren Bewegungsbeschaffenheiten ändern.

Wenn zwei auseinander befindliche Uratome denselben nur

sogenannt leeren Raum durchdringen, so stehen sie vermöge dieses „leeren“ Raumes, der ein drittes unendlich großes Uratom ist, in mittelbarer Raumgemeinschaft. Weil sie in dieses dritte unendlich große Uratom nicht erst eindringen, sondern nur die Durchdringungen ewig fortsetzen, so lassen sie sich gegenseitig in ihren Bewegungsbeschaffenheiten unverändert. Es gibt zwischen ihnen keine Fernwirkung. Sobald sie sich aber innerhalb dieses unendlich großen Uratomes treffen, tauschen sie die Bewegungsgrößen und die Richtungen. Wodurch unterscheidet sich aber dieser Fall von dem früher erwähnten? Offenbar nur durch die Größe des dritten durchdrungen werdenden Uratomes, also durch nichts Wesentliches. Man ist daher genötigt, eine abermalige Bewegungsbestimmung im Zeitpunkte der Erlangung der unmittelbaren Berührung anzunehmen.

Wollte man das nicht tun, so könnte man überhaupt kein monenergetisches Atomenspiel konstruieren. Alle Uratome und alle Aggregate aus solchen sind doch schließlich kleine endliche Körperchen, die den sogenannten „leeren“ Raum oder eigentlich ein unendlich großes Uratom beständig durchdringen, und sich in den Bewegungen bestimmen, sobald sie sich innerhalb dieses großen Uratomes treffen. Das unendlich große Uratom verändert aber die Bewegungen der kleinen Uratome dabei nicht, weil diese kleinen Uratome zum großen nicht im Verhältnisse der soeben eingetretenen Berührung, sondern im Verhältnisse der ewigen Durchdringung stehen, es mag nun eine Berührung und ein Eindringen stattgefunden haben oder die Durchdringung so lange bestehen als das große Uratom selbst.

Die Erläuterung zu dem allgemeinen Gesetze würde etwa lauten: n Uratome, die in eine mittelbare Berührungsgemeinschaft getreten waren, bestimmen sich neuerdings wechselseitig in ihren Bewegungen, wenn sie später in eine neue Berührungsgemeinschaft geraten.

Es kann auch folgender Fall eintreten: ein großes Uratom werde von einem kleinen soeben durchdrungen, und ein drittes komme von außen an das große heran und berühre es. Das große Uratom wird von dem herankommenden unmittelbar berührt und das kleine durchdringende mittelbar; ebenso mittelbar, als ob es noch nicht in dem großen enthalten wäre, sondern so-

eben erst das große berührt hätte. Alle drei Uratome bilden also eine neue Berührungsgemeinschaft, die früher nicht bestanden hat. Sie werfen Richtung und Bewegungsgröße ab und nehmen eine neue Bestimmung im Sinne des Urstoßgesetzes an. Das kleinere eingedrungene wurde schon einmal durch das größere im Zeitpunkte der Berührung vor dem Eindringen bestimmt; jetzt wird es zum zweitenmal durch das größere bestimmt; aber nicht durch dasselbe größere allein, sondern durch eine neue Berührungsgemeinschaft, worin das größere Uratom nur als ein mitbestimmendes, nicht als das alleinbestimmende enthalten ist.

Anders würde sich die Sache verhalten, wenn sich zwei kleine Uratome innerhalb eines großen getroffen hätten. Die kleinen Uratome bestimmen sich neuerdings, weil sie aus der mittelbaren Berührung, wie sie beim Eintritte in das große vorhanden war, zur unmittelbaren Berührung übergehen, also in ein neues Berührungsverhältnis eintreten, das früher nicht vorhanden war. Das große Uratom wird dadurch nicht verändert. Es erfuhr eine Veränderung beim Eintritte des einen und eine Veränderung beim Eintritte des anderen Uratomes. Beim Zusammenstoß der kleinen Uratome innerhalb des großen ändert sich für das große Uratom nichts. Das große Uratom tritt in keine neue Berührungsgemeinschaft, die vorher nicht bestanden hätte, weder mittelbar noch unmittelbar.

Daher wird auch das Riesenuratom, der sogenannt leere Raum, den alle endlich großen Uratome beständig durchdringen, durch das Bewegungsspiel dieser endlichen Dinge nicht bewegt zu denken sein.

Sind in einem großen Uratome drei kleine enthalten, und treffen zwei von diesen innerhalb des großen zusammen, so werden sie nicht nur das große, sondern auch das dritte kleine unverändert lassen, weil dieses dritte in kein neues Berührungsverhältnis zu den anderen getreten ist.

Daher wird auch das Bewegungsspiel zwischen zwei sich berührenden Uratomen alle übrigen Uratome der Welt unverändert lassen, obwohl eigentlich alle Uratome in dem sogenannt leeren Raume wie in einem unendlich großen Uratome enthalten sind, das sie beständig durchdringen.

Verläßt ein Uratom das andere nach der Durchdringung, so ist dieses Gegenstück zur unmittelbaren Berührung nicht bewegungsbestimmend. Man müßte sonst auch annehmen, daß ein Uratom, das mit einem zweiten innerhalb eines dritten größeren zusammentrifft und umkehrt, bei der Rückkehr aus der unmittelbaren Berührung in die mittelbare neuerdings bestimmt würde, woraus sich kein brauchbares Atomenspiel ergäbe.

Ist hingegen das Uratom *A* in einem größeren *B* enthalten und *B* in einem noch größeren *C*, und kommt jetzt ein Uratom *D* von außen an das Ganze einholend heran, so wird *A* zum ersten Male durch *D* bestimmt, wenn *D* in *C* eindringt; zum zweiten Male, wenn *D* in *B* eindringt, und zum dritten Male, wenn es von *D* unmittelbar berührt wird. Dringt das Uratom *D* wieder aus dem Ganzen hinaus, so bleibt *A* davon unverändert.

Man kann in diesem Sinne Grade oder Stufen der Innigkeit der Berührungsgemeinschaft unterscheiden und sagen, jede neue Berührungsgemeinschaft in der Richtung zur Steigerung der Innigkeit der Berührung sei die Bedingung einer Bewegungsbestimmung; jede neue Berührungsgemeinschaft in der Richtung von ihr sei es nicht.

Die drei Begriffe: Auseinander, Berührung und Durchdringung sind scharf gesondert. Zwei Uratome, die auseinander sind, haben weder einen Punkt, noch eine Linie, noch eine Fläche, noch einen körperhaften Raum gemeinsam. Sie bestimmen sich in ihren Bewegungen noch nicht. Zwei Uratome, von denen das eine das andere durchdringt, oder die ineinander sind, haben einen körperhaften Raum gemeinsam. Sie bestimmen sich in ihren Bewegungen nicht mehr. Zwei Uratome, die sich berühren, sind weder ganz auseinander noch ineinander; sie haben entweder einen Punkt, oder eine Linie oder eine Fläche gemeinsam; niemals aber, solange sie noch in der Berührung sind, einen körperhaften Raumteil gemeinsam; sie allein bestimmen sich im Zeitpunkte der Berührung ohne eine erforderliche Zeitstrecke (Stoßzeit) in ihren Bewegungen.

Zwei Uratome, die innerhalb eines dritten durchdringend enthalten sind, beeinflussen sich im Falle ihrer Berührung gegenseitig, nicht aber das Dritte, worin sie enthalten sind, da sie

dieses Dritte nicht berühren, sondern durchdringen. Wird aber dieses Dritte von einem Vierten berührt, das von außen hinzutritt, so sind alle vier untereinander mittelbar berührt.

14. Fortsetzung des Versuches der Konstruktion eines Urstoßgesetzes. — Ballung von Uratomen.

Das Urstoßgesetz ergab, daß in gewissen Fällen die zur Berührung gelangten Uratomen durch die Ausgleichung ihrer Geschwindigkeiten in einer identischen Richtung beisammen bleiben. Darin liegt der Anfang einer Selbstballung der Materie oder eines Wachstums der Uratome durch Apposition. Es ist nun zu untersuchen, ob eine erfolgte Ballung zweier Uratome nicht durch das Zusammentreffen mit einem dritten Uratome im schiefen Stoße wieder zerstört werde.

Zunächst ist es gut, sich daran zu erinnern, daß die Uratome nicht an die Kugelform gebunden sind. Sowie es willkürlich ist, den Uratomen gleiche Größen, und dem einzelnen Uratome gerade diese und keine andere Größe zuzuschreiben, da doch unendlich viele Größen wählbar sind, so ist es auch willkürlich, den Uratomen gleiche Gestalten zuzuschreiben, und ebenso willkürlich, gerade die Kugelgestalt aus unendlich vielen ebenso wählbaren Gestalten vorzuschreiben.

Gesetzt, die Uratome A und B seien nicht Kugeln, sondern Zylinder, die mit den Grundflächen nach einem zentralen Stoße durch gleiche Geschwindigkeiten beisammenbleiben; später werde $A + B$ von einem dritten zylinderförmigen Uratome im zentralen Stoße getroffen. Für C kann es nun keinen Unterschied ausmachen, ob es auf einen einzigen längeren Zylinder trifft, der so lang ist wie A und B zusammen, oder auf den ebenso langen, der aus A und B zusammengesetzt ist. Zwischen den Zylindern A und B ist schlechterdings nichts mehr dazwischen. A und B unterscheiden sich voneinander sachlich nur in der Vergangenheit und gegenwärtig nur durch menschliche Erinnerungsvorstellungen.

Aus diesen zwei Zylindern ist in dem Zeitpunkte, wo sie sich gegenseitig in der Geschwindigkeit gleich gemacht und die gleichen Grundflächen zur Deckung gebracht haben, ein einziges größeres Uratom entstanden. Zwei sichtbare Metall-

zylinder, die keine Uratome, sondern Aggregate hoher Ordnung sind, würden auch beisammen bleiben, solange sie eine identische Bewegungsrichtung und gleiche Geschwindigkeiten haben. Sie sind aber zwei verschiedene Zylinder, die leicht auseinander zu stoßen sind. Sollen sie sich einheitlich verhalten, so müssen sie mit den Berührungsflächen zusammengelötet werden. Die Uratome hingegen, die sich genau decken, bedürfen keiner Lötung. Sie bleiben durch die gleiche Geschwindigkeit und Richtung beisammen, und es kann nichts entdeckt werden, das einer Lötstelle ähnlich wäre und woraus erkannt werden könnte, daß dieses größere Uratom aus zwei kleineren entstanden sei. Wüßte man, daß eine Zusammensetzung stattgefunden hat, ohne von der Größe der Teile etwas zu erfahren, so wäre man nicht im stande die Zusammensetzungsstelle zu finden. Auch in jedem anderen kleineren Uratome, das niemals durch Apposition vergrößert worden sein mag, hält das Ganze nur dadurch zusammen, daß die beliebigen Raumteilchen, die an einem Uratome unterschieden werden können, gleiche Richtung und Geschwindigkeit haben. Könnte man diesen geometrisch unterscheidbaren Bezirken verschiedene Richtungen oder auch nur veschiedene Geschwindigkeiten erteilen, so würde dieses Uratom in kleinere auseinanderfliegen. Es wird ja dem Uratom nicht die Unteilbarkeit oder die Energie des Teilungswiderstandes zugeschrieben. Das Uratom kann geteilt werden. Es sind nur die Bedingungen für die Teilung äußerst selten erfüllt, sowie die Bedingung für die Verschmelzung zweier Uratome durch Ausgleichung der Geschwindigkeiten bei gleicher Richtung äußerst selten vorhanden sein werden. Der Name Atom tut nichts zur Sache.

Das neu enstandene größere Uratom ist späterhin durch den Zusammenstoß mit einem anderen einzelnen Uratome nicht mehr auseinanderzubringen. In sämtlichen Punkten des neuen größeren Uratomes werden die Richtungen und die Geschwindigkeiten gleichzeitig geändert werden, sowie in einem kleineren Uratome, das niemals durch Apposition vergrößert wurde, dasselbe stattfindet.

Das Uratom hat keine Stoßzeit, es mag nun aus kleineren durch Apposition entstanden sein oder nicht. Die Änderung der Geschwindigkeit und der Richtung beginnt nicht im Berührungs-

punkte, und sie wird nicht von da aus durch den ganzen Raum des Uratomes mit einer gewissen Geschwindigkeit fortgepflanzt. Diese Vorstellung einer Leitung der Bewegungsänderung, die eine endliche Zeit, die Stoßzeit, erfordert, ist nur für Aggregate zutreffend. Hier muß ein Teilchen erst zu dem anderen kommen und es berühren, um die Bewegungsänderung zu erteilen. Ein Uratom hat keine Innenbewegung. Freilich kann man auch hier die Änderung zuerst im Berührungspunkte eintreten lassen, von wo aus sie sich im ganzen Raume des Uratomes nach allen Richtungen fortpflanzt. Man hat aber keinen Anhaltspunkt, irgend einer Geschwindigkeit der Fortpflanzung den Vorzug vor einer anderen zu geben. Es ist klar, daß die unnatürliche Übertragung der endlichen Stoßzeit von den Aggregaten auf die Uratome nur der Gewohnheit entspringt, beim Übergange von den sinnenfälligen Baustufen der Materie zu den niedereren nichts sinngemäß zu vereinfachen, sondern alles nur in verkleinerndem Maßstabe zu wiederholen und daher die Vorgänge beizubehalten, die erst an Aggregaten durch die Aggregation möglich werden.

Dazu kommt noch die weitere Schwierigkeit, daß sich die Geschwindigkeiten nicht in der Wirklichkeit, sondern nur für die Rechnung von Punkt zu Punkt fortpflanzen. Punkte sind nichts in der Natur; Punkte sind nur Schnitte von Linien, und auch diese sind noch nichts in der Natur. Wir sehen als das Kleinste immer nur flächenhafte Minimen, die wir auf körperhafte Minimen hin deuten. Wir können in einem Uratome beliebig kleinere geometrische Raumeinheiten unterscheiden, und zwischen diesen die Fortpflanzung der Geschwindigkeiten annehmen. Es bleibt aber immer grob willkürlich, welche von den vielen Raumeinheiten als das physikalisch Wirksame angenommen wird. Innerhalb jeder Raumeinheit werden nun wieder in sämtlichen Punkten die Geschwindigkeiten und Richtungen gleichzeitig geändert werden müssen, wenn wir nicht auf die Punkte als eigentliche Uratome zurückkommen wollen.

Es bleibt daher nichts anderes übrig, als entweder die Uratome als Punkte zu denken, oder aber die Stoßzeit für die Uratome = 0 zu setzen. Faßt man sie als Punkte, so wird man eine Anziehung aus der Ferne annehmen müssen. Durch die günstige Lage der Bahnen allein wird man Punkte nur selten

zusammenbringen. Man wird auch auf alles verzichten müssen, was sich aus dem Verhältnisse ungleich großer Uratome ergibt, und das ist überhaupt nahezu die ganze Evolution der Materie, wie sich im folgenden zeigen wird.

Vom monenergetischen Standpunkte sind Punkte als Uratome unbrauchbar.

Es ist aber auch überhaupt nicht logisch musterhaft mit Punkten in einem Euklidischen Raume physikalisch hypothetisch zu arbeiten. Im Sehraume ist alles flächenhaft und zwar nicht in der Ebene, sondern in einem wechselnden Relief entwickelt. Wir sehen keine Körper, keine Linien und keine Punkte im geometrischen Wortsinne. Die Teilchen, die wir vorstellenderweise unterscheiden können, gehören alle zur selben Ordnung der Ausdehnungsmannigfaltigkeit wie das Ganze, von dem wir zum Zwecke der Teilung ausgehen, und das wir nie aus den Teilen zusammensetzen könnten, wenn es uns nicht als ein apperziertes Ganzes zuerst gegeben worden wäre. Ebenso wird in dem Symbole der Außenwelt weder eine Fläche, noch eine Linie, noch ein Punkt wirklich sein, sondern alles wird im Euklidischen Sinne körperhaft sein. Die gesamte erfüllte Ausdehnungsmannigfaltigkeit wird hier das Ganze sein, dessen physisch wirksame Teile derselben Ordnung der Ausdehnungsmannigfaltigkeit angehören.

Kehren wir nun zu den zwei Zylindern zurück. Hätten diese an den Grundflächen je einen Kreisring und eine Grube, so würden die Zylinder mit den Kreisringen verschmelzen und einen Hohlraum bilden. Auch jetzt wäre aus den zwei Uratomen ein einziges geworden, das nicht mehr durch den Zusammenstoß mit einem einzelnen anderen auseinander zu bringen ist, weil in sämtlichen Punkten des neuen größeren Uratomes die Richtungen und die Geschwindigkeiten zugleich im gleichen Sinne geändert werden. Die Masse des neuen Uratomes, das heißt der Rauminhalt wäre aber kleiner als der Rauminhalt eines Zylinders, weil der Hohlraum abzurechnen ist.

Die gleiche Betrachtung kann man an Kugeln anstellen, die sich abgeplattet in einer kleinen gemeinsamen Ebene berühren, und schließlich an vollkommenen Kugeln, die nur mehr einen Punkt gemeinsam haben. Wird die Kugel *A* von der Kugel *B*

berührt, und diese wiederum von der Kugel *C*, nicht aber *A* von *C*, so ist allerdings *A* nur ein von *C* mittelbar berührtes Uratom. Aber auch die eine Kugelhälfte von *A* ist von *B* nur mittelbar berührt, und in der anderen Hälfte gibt es nur einen gemeinsamen Berührungspunkt. Alle anderen Punkte sind auch in dieser Hälfte nur mittelbar berührt.

Es liegt daher kein Grund und nicht einmal die Möglichkeit vor, eine solche Doppelkugel und selbst eine Ballung von Millionen Uratomen, die sich alle untereinander mittelbar oder unmittelbar berühren, anders als ein einfaches Uratom zu behandeln, das niemals durch eine Apposition aus mehreren entstanden ist.

Wird eine solche Doppelkugel an einem Punkte der einen Kugel von einer einfachen Kugel schief getroffen, so tauscht im Sinne des Urstoßgesetzes die einfache Kugel mit der Doppelkugel die Bewegungsgrößen und die Richtungen.

Ein Aggregat verlangt eine endliche Zeit, in der die Wirkung des Stoßes von dem Berührungspunkte zu den anderen Teilen des Aggregates gelangt. Die Teilchen des Aggregates, die nicht in beständiger Berührung miteinander stehen, müssen sich erst gegeneinander bewegen und sich berühren, um Bewegungsbestimmungen zu tauschen. Diese Innenbewegung entfällt bei den Uratomenballungen. Mit der Innenbewegung entfällt auch die dafür nötige Zeit. Daher hat nicht nur das einfache Uratom, sondern auch die Uratomenballung keine Stoßzeit.

Auch wenn Millionen Kugeln geballt sind, so wird die Berührung auch nur einer einzigen Kugel in einem einzigen Punkte zugleich eine mittelbare Berührung aller anderen Punkte dieser Kugel und aller Punkte aller anderen Kugeln sein. Die aus Millionen Einheiten entstandene Ballung wird sich so verhalten, als ob sie ein einziges einfaches Uratom wäre. Da die Kugelform und überhaupt eine bevorzugte Gestalt nicht zum Wesen des Uratomes gehört, so gibt es keine Möglichkeit, eine Ballung von Uratomen, die durch Berührung beisammen bleiben, anders zu behandeln als ein einziges Uratom vom gleich großen Rauminhalte, das nie durch Apposition aus kleineren entstanden ist.

Da sämtliche Punkte in Uratomenballungen, wenn die Ballung in mindestens einem Punkte berührt wird, ihre Richtungen und ihre Geschwindigkeiten gleichzeitig und im gleichen Sinne ändern,

so können die Uratomenballungen so wenig wie die einfachen Uratome durch den Urstoß in eine Rotation um eine Achse versetzt werden. Die Rotation einer Ballung ist an sich nicht unmöglich. Das Urstoßgesetz wirkt aber zu einfach, um eine Rotation zu erteilen.

Ebendaher werden weder die einfachen Uratome noch die Ballungen ihre Gestalt im Urstoße ändern, weil sämtliche Punkte ohne Stoßzeit ihre Richtungen und Geschwindigkeit sofort und im gleichen Sinne ändern. Es wird nicht etwa eine Beharrlichkeit der Form, eine Starrheit oder eine Härte oder irgend eine Formenenergie angenommen. Es folgt nur aus der Art des Urstoßes, daß die Uratome und ihre Ballungen durch den Urstoß nie auf die Probe gestellt werden können, ob sie das Vermögen besitzen ihre Gestalt zu ändern und vielleicht auch für den Fall der Änderung durch eine äußere Ursache wiederherzustellen.

15. Wachstum der Uratomenballungen.

Das Zusammenbleiben durch gleiche Geschwindigkeit heiße die Ballung der Uratome. Die Ballung unterscheidet sich von der Aggregation dadurch, daß die aggregierten Einheiten sich zwar innerhalb eines Spielbezirkes nahe beisammen halten, aber nie in beständiger Berührung sind, sondern nur von- und zueinander bewegt sind, wobei sie sich vorübergehend in einem Zeitpunkte berühren. Der Ausdruck Ballung erinnert an geballten Schnee, der Ausdruck Aggregation an eine Herde, deren Tiere hin und her laufen, während das Ganze beisammen bleibt.

Die Uratomenballung beginnt mit der Vereinigung zweier Uratome. Die Bedingung der Ballung war, wie früher gezeigt wurde, Gleichheit der Richtungen und das Geschwindigkeitsverhältnis vor der Berührung:

$$c : c' = m'^2 : m^2.$$

Diese Ballungen sind eines Wachstums durch Apposition fähig.

Es habe zum Beispiel das Uratom A die Masse $m = 2$ und die Geschwindigkeit $c = 25$; das Uratom B die Masse $m' = 5$ und die Geschwindigkeit $c' = 4$. Im zentralen Stoße aus iden-

tischer Richtung oder auch im tangentialen Stoße aus gleichen Richtungen tauschen sie die Bewegungsgrößen. *A* erhält die Bewegungsgröße 20 und daher die Geschwindigkeit 10. *B* erhält die Bewegungsgröße 50 und daher die Geschwindigkeit 10.

A und *B* bleiben als ein Doppeluratom oder als eine Ballung von der Masse 7 und der Geschwindigkeit 10 beisammen. Wird nun *A* von einem dritten Uratome seitlich gestoßen und hat *C* die Masse 7 und die Geschwindigkeit 6, so übernimmt das Doppeluratom die Bewegungsgröße 42 und *C* übernimmt die Bewegungsgröße 70. Das Doppeluratom geht in der alten Richtung des *C* mit der neuen Geschwindigkeit 6 weiter. *C* übernimmt die alte Richtung des Doppeluratomes und hat in dieser die neue Geschwindigkeit 10.

$$7 \times 10 + 7 \times 6 = 7 \times 6 + 7 \times 10 = 112.$$

Wären hingegen *A*, *B* und *C* in demselben Zeitpunkte zusammengetroffen, ohne daß vorher *A* mit *B* vereinigt gewesen wäre, so wäre die Verteilung in folgender Weise erfolgt:

A hat nach dem Stoße die Geschwindigkeit 15·5 und die Bewegungsgröße 31;
B hat die Geschwindigkeit 9·2 und die Bewegungsgröße 46;
C hat die Geschwindigkeit 5 und die Bewegungsgröße 35.

$$31 + 46 + 35 = 112.$$

Das Zusammensein von *A* und *B* ist im Stoße gegen *C* nicht mehr eine Ursache, sondern nur die wirkungslose Fortdauer einer Berührung. Würden die ursprünglichen Bewegungsgrößen 50 und 20 neuerdings unter *A* und *B* aufgeteilt werden, so wäre das eine irrtümlich zweimalige Rechnung desselben Vorganges.

Die Punkte im neuen, aus zwei kleineren Uratomen *A* und *B* entstandenen größeren Uratome werden sich nach der Entstehung bis zum nächsten Stoße eines einzelnen schief herankommenden Uratomes parallel zur ursprünglichen Bahn vor der Vereinigung, beziehungsweise identisch fortbewegen.

Nach dem ersten schiefen Stoß mit einem einzelnen anderen Uratome werden sämtliche Punkte des Doppeluratomes ihre Richtungen ändern, so daß die Verbindungslinie der Zentren der Teilstücke mit der Fortbewegungsrichtung des Ganzen nicht mehr parallel ist. Nennt man die Verbindungslinie der geome-

trischen Zentren der Teilstücke die Achse der Ballung, so steht die Achse schief zur Fortbewegungsrichtung der Ballung.

Nach jedem neuen schiefen Stoße ändert sich der Winkel der Achse mit der Bewegungsrichtung.

Die Achse ist schon gleich nach der Entstehung schief zur Bewegungsrichtung, wenn die Ballung durch einen nicht zentralen Stoß so entsteht, daß die geometrischen Zentren der Uratome vor der Vereinigung nicht in einer identischen, sondern nur in parallelen Richtungen bewegt waren.

Wird eine Uratomenballung von einem dritten Uratome in gleicher Richtung und im geeigneten Verhältnisse der Geschwindigkeiten

$$c_3 : c_1 = (m_1 + m_2)^2 : m_3^2$$

eingeholt, so entsteht eine Ballung aus drei Uratomen zu einem einzigen größeren Uratome.

Es wird eine seltene Ausnahme sein, daß sich ein Doppeluratom sofort nach seiner Entstehung mit einem dritten Uratome vereinigt. Daraus müßte sich eine Stäbchenform ergeben. In der Regel wird ein Doppeluratom außerordentlich viele schiefe Stöße ohne Vereinigung erfahren haben, bis es zur dreiuratomigen Ballung vergrößert wird. Der die Vereinigung bewirkende Stoß aus gleicher Richtung wird in der Regel so erfolgen, daß die Richtung des einholenden dritten Uratomes zwar mit der Richtung des Doppeluratomes übereinstimmt, wobei aber das Doppeluratom quer oder schief zu seiner Achse laufen kann:

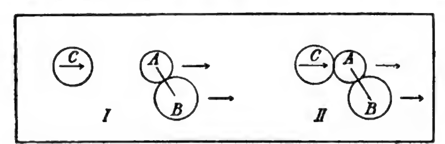


Fig. 5.

A und *B* mögen die Geschwindigkeit $c_1 = 6$ und *C* die Geschwindigkeit $c_3 = 24$ haben. Die Uratomenballung $A + B$ habe eine schief zu ihrer Achse gerichtete Fortbewegung. Die Masse von *C* sei $m_3 = 4$, die Masse von *A* sei $m_1 = 3$ und jene von

$B\ m_2 = 5$, mithin ist die Masse der Uratomenballung $m_1 + m_2 = 8$. Es besteht das Verhältnis

$$c_1 : c_3 = m_3^2 : (m_1 + m_2)^2$$
$$6 : 24 = 16 : 64.$$

Berührt nun C die Uratomenballung $A + B$ in irgend einem ihrer Punkte, und wird die Bewegungsgröße 4×24 mit der Bewegungsgröße 8×6 getauscht, so ergibt sich für C nach dem Urstoße wegen $m_3 v_3 = (m_1 + m_2) c_1$ die Geschwindigkeit $v_3 = 48 : 4 = 12$ und für die Uratomenballung $A + B$ wegen $(m_1 + m_2) v_1 = m_3 c_3$ die Geschwindigkeit $v_1 = 96 : 8 = 12$. Die neue Uratomenballung geht in der alten Richtung mit der Geschwindigkeit 12 weiter.

Das Uratom A erhält nicht neuerdings die Summe der Bewegungsgrößen von B und C, geteilt durch 2, also 63, und nicht die Geschwindigkeit 21, weil dieses Uratom A nicht neuerdings mit B in eine Berührungsgemeinschaft gekommen ist. Nur der Eintritt der Berührung in einem Zeitpunkte, nicht die Fortdauer der Berührtheit in einer Zeitstrecke wird als eine Bedingung der Bewegungsbestimmung vorausgesetzt.

Diese Uratomenballung kann mit einem vierten, einem fünften Uratome u. s. f. vereinigt werden, und in dieser Art zu einer großen n-uratomigen Ballung anwachsen, die sich im Urstoße wie ein einfaches Uratom verhalten wird.

Zwischen je zwei Appositionen wird es so gut wie ausnahmslos zahlreiche schiefe Stöße geben, wodurch die Bildung von nadelähnlichen Ballungen oder die fortgesetzte Ballung aus derselben Richtung vermieden wird.

Da eine Uratomenballung an jedem ihrer Oberflächenpunkte mit einem neuen Uratome vereinigt werden kann und keiner dieser Punkte bevorzugt ist, so wird das Wachstum durch Apposition im Laufe der Zeit einen Umriß der Ballung hervorbringen müssen, der sich um so mehr der Kugelform nähert, je größer die Zahl der Uratome wird, aus denen die Ballung entstanden ist.

Die Gestalt des einzelnen Uratomes ist für die Erreichung dieses kugelförmigen Umrisses ganz gleichgültig.

In dieser Weise kann ein annähernd kugelförmiger Umriß abgeleitet werden, wobei die Willkür vermieden wird, den letzten

Teilchen der Materie von Anfang an ohne Begründung die Gestalt einer Kugel willkürlich bestimmter Größe zuzuschreiben.

Masse der Uratomenballung wird folgerichtig die Summe der Kubikinhalte der Uratome bedeuten, die zu einer Ballung in beständiger Berührung und ohne die Möglichkeit einer Innenbewegung gelagert sind. Unter der *Größe einer Uratomenballung* kann der Kubikinhalt des Umrisses der Ballung verstanden werden.

Durch die Zwischenräume der sich berührenden Uratome entsteht ein Unterschied zwischen Masse und Größe, der für das ungeballte Uratom noch keinen Sinn hatte.

16. Grenze des Wachstums der Uratomenballungen. — Eigengeschwindigkeit der Uratome und ihrer Ballungen.

Zwei Uratome seien mit ihren Massen m_1 und m_2 zu einer Ballung von der Geschwindigkeit c_1 vereinigt. Soll sich ein drittes Uratom, das die Masse m_3 und die Geschwindigkeit c_3 hat, mit der Ballung vereinigen, so muß die Bedingung erfüllt sein:

$$c_1 : c_3 = m_3^2 : (m_1 + m_2)^2.$$

Die später hinzukommenden Uratome müssen also schneller oder größer sein als die früher hinzugekommenen. Mit der Schnelligkeit der Uratome kann man unkontrollierbar in die Höhe gehen, da man beliebig tief anfangen kann.

Es werden sich auch Ballungen mit Ballungen vereinigen, so daß Millionen von Uratomen zu einer Ballung vereinigt werden können, ohne daß dem Wachstum eine Grenze gezogen wäre.

Schließlich müßte, so scheint es, die gesamte Materie geballt werden und die isolierten Uratome, der Uratomenäther würde aufgezehrt werden. Die günstigen Verhältnisse der Quadrate der Massen werden allerdings erschöpft; aber durch den Tausch der Bewegungsgrößen entstehen immer neue günstige Verhältnisse der Geschwindigkeiten zu den Quadraten der Massen.

Dieses Wachstum setzt sich aber selbst durch die erreichte Größe eine Grenze. Je größer nämlich eine Ballung wird, desto wahrscheinlicher wird es, daß sie immer gleichzeitig von mehreren Uratomen getroffen wird. Dabei spielen die eindringenden und durchdringenden Uratome die entscheidende Rolle. Es ist un-

endlich unwahrscheinlich, daß drei Uratome in mathematisch genau demselben Zeitpunkte die Oberfläche einer Ballung treffen. Es ist aber nicht so unwahrscheinlich, daß diese drei Uratome zur gleichen Zeit in der Ballung enthalten sind, wenn sie kurz nacheinander die Oberfläche treffen und in die Ballung eindringen. Die Durchdringung wird natürlich nur für den Fall angenommen, daß die Ballung von den Uratomen eingeholt wird. Kommen die Uratome gerade oder schief entgegen, so kehren sie um.

Das erste eindringende Uratom wird nur von der Ballung beeinflußt; das zweite eindringende bereits von der Ballung und dem noch in ihr enthaltenen anderen, mit dem es in mittelbare Berührung getreten ist; das dritte eindringende wird bereits von zwei enthaltenen beeinflußt, und das n^{te} von $(n-1)$ im Sinne des Urstoßgesetzes.

Das Uratom A mit der Bewegungsgröße $m_1 c_1$ hat nach der Berührung mit der Ballung E, wenn diese $(n-2)$ soeben durchdringende Uratome enthält, und wenn die Ballung vor dem Zusammentreffen mit A die Bewegungsgröße $m_n c_n$ hatte, nach der Berührung:

$$m_1 v_1 = \frac{m_2 c_2 + \ldots m_n c_n}{n-1};$$

gleichgültig, ob A umkehrt oder mit der Geschwindigkeit v_1 eindringt.

Haben wir zum Beispiel vor der Berührung zwischen E und A die Werte 1, 2, 3, 4 und 5, so ergibt sich nach dieser Berührung statt 1 der Wert $(2+3+4+5):4=3 \cdot 5$ und insgesamt ergeben sich die Werte $3 \cdot 50$, $3 \cdot 25$, 3, $2 \cdot 75$ und $2 \cdot 50$. Wenn A eindringt, und das Ganze neuerdings von einem Uratome getroffen wird, das mit der Bewegungsgröße 3 entgegenkommt und nach der Berührung umkehrt, so sind die Bewegungsgrößen nach der Berührung: $2 \cdot 90$, $2 \cdot 95$, $3 \cdot 00$, $3 \cdot 05$ und $3 \cdot 10$; das neu hinzugekommene Uratom kehrt mit der Bewegungsgröße $3 \cdot 00$ um.

Die Ballungen einerseits und die von jeher groß gewesenen Uratome andrerseits sind durch ihre Größe selbst die Ursache davon, daß beständig eine Annäherung zur Ausgleichung aller Bewegungsgrößen der ungeballten Uratome und der Uratomenballungen der ganzen Welt stattfindet. Es besteht am Ende

dieses Ausgleichungsvorganges für zwei verglichene Bewegte, sie mögen zwei ungeballte Uratome oder zwei Uratomenballungen oder ein ungeballtes Uratom und eine Ballung sein, das Verhältnis:

$$c : c' = m' : m.$$

Alle Uratome und alle Uratomenballungen haben dann Eigengeschwindigkeiten, die nur von ihrer Masse abhängen und durch keinen Urstoß, durch keine Umkehr und keine Durchdringung vergrößert oder verkleinert werden können. Alle Urstöße haben von diesem Weltzustande an nur mehr die Wirkung der Richtungsänderung.

Die Bedingung der Ballung der Uratome war:

$$c_1 : c_2 = m_2^2 : m_1^2.$$

Das Endverhältnis, zu dem sich die Materie hindrängt, schließt die Fortsetzung der Ballung aus.

Dadurch, daß die Größe der Uratome im Laufe der Zeit eine Grenze für die Fortsetzung der Ballung errichtet, wird es auch unmöglich, daß sich alle Uratome der Welt zu einer Riesenballung vereinigen. Es ist dann noch eine „Aggregation“ möglich, in der die Teile genähert bleiben, sich periodisch berühren, aber immer umkehren oder sich durchdringen, niemals aber infolge der Berührung beisammenbleiben wie in der „Ballung“.

17. Folgen der Eigengeschwindigkeiten der Uratome. — Eine neue Ursache der Ballung der Materie. — Es wird ein Weltzustand herbeigeführt, worin die großen Uratome ungleiche Masse und ungleiche Eigengeschwindigkeit haben.

Ist einmal der Weltzustand erreicht, worin die Bewegungsgrößen aller Uratome gleich gemacht sind, so werden die Uratome beim Zusammentreffen nur mehr die Richtungen und nicht die Geschwindigkeiten zu ändern vermögen. Alle größeren Uratome und die mit ihnen gleichwertigen Uratomenballungen größerer Masse werden langsam und alle kleineren Uratome und die mit ihnen gleichwertigen Ballungen kleinerer Masse werden schnell gehen. Ein kleineres Uratom wird niemals von einem größeren gerade eingeholt und durchdrungen werden. Ein größeres wird

von jedem beliebigen kleineren durchdrungen werden, von dem es gerade oder schief eingeholt wurde.

Bei der Richtungsbestimmung spielt die Zahl der eben in der Durchdringung begriffenen kleinen Uratome eine bedeutende Rolle. Treffen zum Beispiel zwei große Ballungen gleich großer Masse aus entgegengesetzten Richtungen zusammen, so ist es nicht selbstverständlich, daß diese Ballungen aneinander umkehren. Im Augenblicke der Berührung kann jede der Ballungen eine gewisse Anzahl soeben durchdringender kleiner Uratome enthalten. Jedes dieser kleinen Uratome kann eine andere Richtung haben, und jedes dieser Uratome bestimmt die neue Richtung der herankommenden großen Ballung ebenso stark wie die große Ballung selbst, in der es soeben enthalten ist. Die Bewegungsgrößen sind alle untereinander gleich geworden, und daher ist das kleinste soeben durchdringende Uratom für die Richtungsbestimmung ebenso maßgebend wie das große soeben durchdrungen werdende.

Ist die eine große Ballung im Zeitpunkte der Berührung mit einer anderen großen Ballung zum Beispiel frei von soeben durchdringenden Uratomen, während die andere Ballung hundert soeben durchdringende kleine Uratome enthält, so wird die neue Richtung der freien Ballung durch hundert und eine gleich maßgebende Komponente zur Umkehr bestimmt. Die sozusagen geladene Ballung hingegen wird durch die entgegenkommende große Ballung bestimmt und neuerdings durch die hundert in ihr enthaltenen kleinen Uratome. Jedes dieser kleinen Uratome bestimmt die neue Richtung so stark wie die große herankommende Ballung. Der Einfluß dieser großen aber ungeladenen Ballung auf die neue Richtung wird daher sehr geringfügig sein, da ja alle Bewegungsgrößen ausgeglichen sind. Die große geladene (d. h. kleine Uratome soeben enthaltende) Ballung wird nicht umkehren, sondern ihren Weg mit einer geringfügigen Brechung der Bahn fortsetzen.

Diese Ladung der großen Uratome und der Ballungen großer Masse durch kleine soeben durchdringende Uratome und kleine soeben durchdringende Ballungen ist für die weitere Ausbildung der Hypothese von der größten Wichtigkeit.

Die durchdringenden Uratome bestimmen die Richtung der

durchdrungenen Ballung viel ausgiebiger als die umkehrenden oder abprallenden. Die entgegenkommenden und daher umkehrenden wirken nur in einem Zeitpunkte, daher nur einmal. Die durchdringenden können in der Zeitstrecke, die zur Durchdringung erfordert wird, mehr als einmal die Richtung der durchdrungen werdenden Ballung bestimmen. Sie wirken jedesmal aufs neue, wenn ein neues Uratom von außen herankommt, und die Ballung berührt; sie wirken neuerdings, wenn das neue Uratom umkehrt, und wenn es eindringt. In allen diesen Fällen entstehen neue Berührungsgemeinschaften, und mit jeder neuen Berührungsgemeinschaft wird das Urstoßgesetz neuerdings wirksam. Dadurch wird es leicht, daß eine Ballung die einmal eingeschlagene Richtung im großen und ganzen beibehält, wenn die Bahnen der frei fliegenden Uratome keine bevorzugte Richtung haben und der Uratomenäther gleichmäßig dicht ist.

Der Einfluß der herankommenden und umkehrenden Uratome kann aber auch stärker werden als der Einfluß der enthaltenen soeben durchdringenden. Das hängt von der ungleichmäßigen Dichte des Uratomenäthers ab. Wenn die Zahl der durchdringenden kleinen Uratome in der Zeit τ keine Vermehrung erfährt, und an der Vorderseite der Ballung in eben dieser Zeit viele Stöße aufgefangen werden, so werden die kleinen Richtungsänderungen durch die einzelnen umkehrenden kleinen Uratome sich am Ende der Zeit τ so hoch addiert haben können, daß die Ballung trotz ihrer Ladung zur Umkehr bestimmt wird.

Aus der Ladung der großen Ballungen mit soeben durchdringenden kleinen Uratomen und kleinen Ballungen ergibt sich eine neue Ursache der Ballung der Materie.

Wenn alle Bewegungsgrößen ausgeglichen sind, so ist das Verhältnis

$$c : c' = m'^2 : m^2$$

nicht mehr möglich. Dieses Verhältnis war aber die Bedingung der Ballung zweier Uratome, oder zweier Ballungen zu einer größeren. Die eine Ursache ist damit erschöpft, und die Ballung der Materie hat sich selbst eine Grenze gesetzt.

Ungleich schnelle Uratome und ungleich schnelle Ballungen werden sich in diesem Weltzustande nicht mehr vereinigen, da sie ihre Geschwindigkeiten nicht wechselseitig zu ändern ver-

mögen. Sie tauschen nur ihre Bewegungsgrößen; daher bleiben die Eigengeschwindigkeiten konstant, und konstant ungleich.

Gleich schnelle Uratome und gleich schnelle Ballungen können sich, so scheint es, nicht vereinigen, weil sie sich in der gleichen Richtung nicht einholen. Treffen sie aber schief aufeinander, so können sie infolge der Ungleichheit der Richtungen nicht beisammen bleiben. Sie werden sich entweder durchdringen, oder aneinander umkehren, aber sich in jedem Falle wieder verlassen.

Die Ladung ermöglicht nun eine Vereinigung, wenn sich die Ballungen aus gerade entgegengesetzten Richtungen treffen. Enthalten beide Ballungen gleich viele eben durchdringende Uratome, und sind die resultierenden neuen Richtungen wieder einander entgegengesetzt, so verlassen sich die Ballungen nach dem Stoße. Enthält aber die eine Ballung zum Beispiel 98 und die andere 100 eben durchdringende Uratome, so wird die erste Ballung von der anderen und außerdem von 198 kleinen Uratomen in der Richtung bestimmt. Da alle Komponenten gleich ausgiebig mitwirken, so wird diese Ballung umkehren. Die andere wird auch von 198 kleinen Uratomen bestimmt und von der ersten Ballung. Die Resultierende wird im Sinne der überwiegenden Zahl der Komponenten keine Umkehr der Ballung bewirken. Die neuen Richtungen der beiden Ballungen werden übereinstimmen, und dadurch entsteht eine neue größere Ballung. Es erfolgt keine Durchdringung und keine Abstoßung. Die beiden Ballungen bleiben durch die Gleichheit der Richtungen und der unveränderlich gewordenen Eigengeschwindigkeiten in beständiger Berührtheit vereinigt.

Die genau zutreffende Gleichheit der Massen der Ballungen ist an sich sehr selten. Diese Ursache des Wachstums der Uratome und der mit ihnen gleichwertigen Ballungen wird daher nicht zur Folge haben, daß die gesamte Materie sich in einige wenige Klumpen balle. Außerdem wird diese Bedingung des Wachstums im Laufe der Zeit erschöpft.

Die Uratome sowie die Ballungen gleicher Masse werden mit umso größerer Wahrscheinlichkeit zur Vereinigung gelangen, je länger die Zeit wird, in der sie bestehen. Am Ende müssen alle zur Vereinigung gelangt sein, so daß ein Weltzustand ein-

tritt, in dem nicht zwei große Uratome und nicht zwei große Ballungen angetroffen werden, die gleiche Masse und gleiche Eigengeschwindigkeit hätten.

Dieser Vorgang wird sich an den größeren Uratomen und an den großen Ballungen rascher abspielen als an den kleineren, weil für die großen die Wahrscheinlichkeit steigt, daß sie durchdringende Uratome enthalten.

Je kleiner ein Uratom oder eine gleichwertige Ballung ist, desto seltener wird es zu den durchdrungenen, und desto häufiger wird es zu den durchdringenden gehören. Daher gilt diese Ausmerzung der Gleichheit der Eigengeschwindigkeiten nicht für die Größenklasse der kleinsten und schnellsten Uratome, die immer entweder isoliert fliegen oder durchdringen, niemals aber von noch kleineren durchdrungen werden, die es eben nicht gibt.

18. Fortsetzung des Versuches der Konstruktion eines Urstoßgesetzes. — Gerader Stoß dreier Uratome. — Teilbarkeit der Uratome. — Grenze der Teilung. — Selbstdifferenzierung der Materie.

Lassen wir drei Uratome in einer identischen Richtung sich in demselben Zeitpunkte einholen. Das langsamste A habe die Bewegungsgröße 3, ein schnelleres B die Bewegungsgröße 4 und ein schnellstes C die Bewegungsgröße 5.

Die Regel für den schiefen Stoß wird auch hier angewendet werden können, da die Richtung beim schiefen Stoß beliebig war. Das Uratom A geht weiter mit der Bewegungsgröße $4 \cdot 5$, B mit 4 und C mit $3 \cdot 5$. Die Richtung bleibt unverändert, weil sie für alle drei Uratome identisch war.

Ist schon jener Weltzustand erreicht, wo alle Bewegungsgrößen gleich gemacht sind, so kann nur mehr ein größeres und daher langsameres Uratom von einem kleineren und daher schnelleren eingeholt werden. Das eingeholte Uratom wird von dem einholenden durchdrungen und nach der Durchdringung verlassen.

Nun nehme man folgenden Fall: A habe $m_1 c_1 = 5$ und B habe $m_2 c_2 = 4$. Das Beispiel ist jenem Weltzustande angepaßt, wo die Bewegungsgrößen noch nicht gleich geworden sind.

Man kann das Beispiel auch so formen, daß *A* und *B* gleiche Bewegungsgrößen haben, und nur in der Größe und in der Geschwindigkeit verschieden sind. Die Richtungen seien für *A* und *B* identisch. *C* habe $m_3 c_3 = 5$ und die entgegengesetzte Richtung. In genau demselben Zeitpunkte, wo *B* von *A* zentral eingeholt wird, stoße auch *B* mit *C* im zentralen Stoß zusammen.

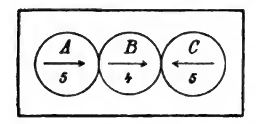


Fig. 6.

C übernimmt von *A* und *B* zusammen die Bewegungsgröße $4 \cdot 5$ und tauscht mit *A* und *B* die Richtung.

B übernimmt von *A* und *C* zusammen die Bewegungsgröße $2 \cdot 5 + 2 \cdot 5 = 5$. Bezüglich der neuen Richtung ist eine Winkelgröße von 180° in zwei Teile zu zerlegen, die den Bewegungsgrößen von *A* und *C* proportioniert, also hier gleich sind. Die neue Richtung ist auch hier durch die alten allein bestimmbar. Weil aber in einem Punkte eine Mannigfaltigkeit von Normalen auf eine gegebene Gerade möglich ist, so muß sich *B* entweder nach unendlich vielen Richtungen zugleich bewegen, was bei der Einzigkeit des *B* unmöglich ist, oder *B* muß in Teile auseinandergehen.

Zerbricht das Uratom *B* in zwei Teile, so kann jeder der Bruchteile eine der widersprechenden Richtungen übernehmen. Da die Bruchteile für einander ebenso durchdringlich sind wie alle übrigen Uratome, so können die Bruchteile die widersprechenden Bewegungen ausführen, indem sie sich zunächst durchdringen, und dann sich nach entgegengesetzten Richtungen verlassen. Die Summe der Bewegungsgrößen bleibt in diesem Vorgange erhalten. Die Bruchteile werden den Ursachen der Teilung, nämlich den übernommenen Bewegungsgrößen proportioniert sein. Da von jeder Seite je $2 \cdot 5$ übernommen wird, so werden die Bruchteile einander gleich sein. Da jeder Bruchteil die Bewegungsgröße $2 \cdot 5$ übernimmt, so werden die Geschwindig-

keiten nach der Teilung gleich und die Richtungen entgegengesetzt sein.

Das Uratom *A* übernimmt die Bewegungsgröße $2 + 2 \cdot 5 = 4 \cdot 5$. Die neue Richtung ist von dem unmittelbar berührten *B* und dem mittelbar berührten *C* abhängig. *A* übernimmt gleichzeitig die Richtungen von *B* und *C*, die einander entgegengesetzt sind. Der Winkel von 180° ist in zwei Winkel zu teilen, die sich wie $2 \cdot 5$ zu 2 verhalten. Nun gibt es unendlich viele Ebenen, in denen eine Gerade in einem Punkte so geschnitten wird, daß 180° in 100° und 80° geteilt wird. *A*, das nicht nach unendlich

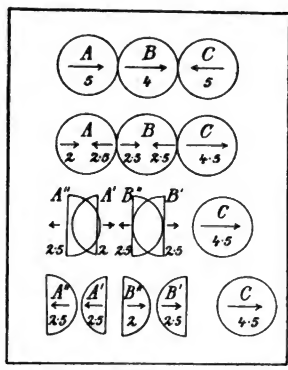


Fig. 7.

vielen Richtungen zugleich gehen kann, wird in zwei Bruchstücke geteilt, deren Raumgrößen sich wie $2 \cdot 5$ zu 2 verhalten. Diese Bruchstücke können die neuen Richtungen einschlagen, indem sie sich im Sinne der Komponenten gerade entgegengesetzt durchdringen und nach der Durchdringung verlassen. Die Raumgröße des Bruchstückes *A''* verhält sich zur Raumgröße des Bruchstückes *A'* wie $5/9 : 4/9$. Die Bewegungsgrößen verhalten sich wie $2 \cdot 5 : 2$. Die Geschwindigkeiten sind daher gleich. Das Bruchstück *A'* wird mit dem Bruchstücke *B''* aus entgegengesetzten Richtungen zusammentreffen und daher die

Richtung und die Bewegungsgröße tauschen. Dadurch wird A' schneller und B'' langsamer.

A' ist jetzt schneller als A'', denn es hat die Geschwindigkeit 5·625, wenn die Geschwindigkeit von $A'' = 4 \cdot 5$ gesetzt wird. A' wird daher A'' einholen und durchdringen. B' ist jetzt schneller als C, denn es hat die Geschwindigkeit 5, wenn die Geschwindigkeit von $C = 4 \cdot 5$ gesetzt wird. B' wird daher C einholen und durchdringen.

Nach diesen beiden Durchdringungen sind fünf Uratome vorhanden, die sich auseinander entfernen, nicht mehr gegeneinander stoßen, auch nicht mehr durchdringen, und ihre gegenseitigen Entfernungen infolge der ungleichen Geschwindigkeiten beständig vergrößern. Das Zusammentreffen dreier Uratome im selben Zeitpunkte hat nicht nur zwei Uratome geteilt, sondern auch die Bruchstücke in zunehmende Entfernungen zerstreut.

Sowie die Uratome an keine gleiche Gestalt gebunden sind, so wird sich auch für die Teilstücke keine gleiche Gestalt annehmen lassen. Die Teilung wird die einfachste Form haben, wenn sie durch eine Ebene erfolgt, die auf der Bewegungsrichtung senkrecht steht.

Der Fall des geraden Stoßes kann auch so variiert werden, daß alle Teilstücke der Raumgröße nach ungleich werden: A habe die Bewegungsgröße 5, B habe 4 und C habe 3. In dem Zeitpunkte, wo B von A eingeholt wird, stoße B auch mit C zusammen: B wird von A die Bewegungsgröße 2·5 in der Rich-

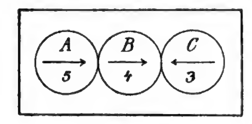


Fig. 8.

tung von A übernehmen und gleichzeitig von C die Bewegungsgröße 1·5 in der Richtung von C. Die neue Richtung soll einen Winkel von 180° in zwei Teile teilen die sich wie 2·5 zu 1·5 verhalten, also in 112·5° und 67·5°. Die Ebene, in der diese Richtung zu ziehen wäre, entbehrt der eindeutigen Bestimmung. B kann nicht in unendlich vielen Richtungen, die einer Kegel-

mantelfläche angehören, als dasselbe *B* zugleich weitergehen. Eine eindeutige Gesetzmäßigkeit ist möglich, wenn *B* in zwei Teilstücke auseinandergeht, deren Raumgrößen sich wie die übernommenen Bewegungsgrößen oder wie 2·5 zu 1·5 verhalten, und deren Geschwindigkeiten infolgedessen gleich sind.

Mehr als zwei Uratome werden dem Urstoßgesetze durch Bewegung der ungeteilt bleibenden Uratome folgen, wenn eine einheitliche Bewegung des einzelnen Uratomes möglich ist. Sie werden demselben Urstoßgesetze durch Zerteilung folgen, wenn eine einheitliche Bewegung durch den Widerspruch der Komponenten unmöglich wird. Nach einer einzigen Richtung eindeutig bestimmt, wird das Uratom diese Richtung einschlagen; nach unendlich vielen Richtungen zugleich bestimmt, wird es keiner dieser neuen Richtungen folgen, sondern in zwei Teile auseinandergehen, deren jeder eine andere Richtung übernimmt.

Der Fall, daß ein Uratom in mathematisch genau demselben Zeitpunkte zwischen zwei andere gerät, die es aus entgegengesetzten parallelen oder identischen Richtungen in genau demselben Zeitpunkte berühren, ist zwar möglich, aber relativ unendlich unwahrscheinlich. Hingegen wird es leichter vorkommen, daß ein Uratom *B* von einem kleineren *A* durchdrungen wird, während es mit einem entgegenkommenden *C* zusammentrifft. Zur Berührung ist nämlich nur ein Zeitpunkt gegeben, zur Durchdringung aber eine Zeitstrecke. Während dieser ganzen Zeitstrecke kann die Berührung des *B* mit einem entgegenkommenden *C* stattfinden. In diesem Zeitpunkte sind die Bedingungen der Teilung des durchdrungenen sowie des durchdringenden Uratomes erfüllt.

Je größer ein Uratom ist, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß es von einem anderen kleineren durchdrungen wird. Kleine Uratome, die nicht mehr von kleineren eingeholt und durchdrungen werden, sind daher dieser Möglichkeit der Teilung nur so lange ausgesetzt, als noch nicht jener Weltzustand erreicht ist, worin alle Bewegungsgrößen gleich geworden sind.

Zwei Uratome, die in parallelen entgegengesetzten Richtungen aneinander vorbeigegangen wären ohne sich zu berühren, können ein drittes, das zwischen sie geraten ist, ebenso teilen, als ob die Stöße aus entgegengesetzten Richtungen in einer

identischen Geraden gekommen wären, in der die geometrischen Mittelpunkte der drei Uratome liegen.

Daraus folgt, daß ein langes und großes Uratom, wenn nichts anderes in Betracht kommt als diese Gestalt und zwei zerteilende Uratome, wahrscheinlicher quer zu seiner Längsachse geteilt wird als anderswie. Eine wiederholte Teilung desselben Uratomes wird ein Ergebnis haben, das einem kugelförmigen Umrisse um so näher kommt, je öfter die Teilung wiederholt wird.

Die Selbstteilung der Materie führt zu derselben Endgestalt wie die Selbstballung.

Jedes Uratom ist also nach der Stoßformel jederzeit teilbar, und jederzeit ballungsfähig. Die wirkliche Teilung sowie die wirkliche Ballung tritt nur ein, wenn die Bedingungen erfüllt sind. Die Ballung setzt sich selbst in der Länge der Zeit eine Grenze, indem die vorhandenen Ballungsbedingungen erschöpft werden. Dasselbe gilt von der Selbstteilung. Auch die Selbstteilung setzt sich eine Grenze, indem die Bedingungen immer seltener erfüllt werden und zuletzt erschöpft sind.

Die Grenze der Teilung wird von den relativ kleinen Uratomen in anderer Weise erreicht als von den relativ großen.

Wenn ein Uratom so groß ist oder eine Uratomenballung so groß geworden ist, daß sie immer von mehr als einem Uratome durchdrungen wird, wenn der Zusammenstoß mit einem entgegenkommenden Uratome stattfindet, so wird die Wahrscheinlichkeit gering, daß alle bestimmenden Uratome parallel gerichtet sind. Die Wahrscheinlichkeit für den allgemeinen Parallelismus wird um so kleiner, je größer die Zahl der gleichzeitig durchdringenden Uratome wird. Ist aber auch nur eine der Richtungen mit den anderen nicht parallel, so ist die Teilungsbedingung nicht erfüllt. Es ergibt sich dann eine eindeutig bestimmte Resultierende.

Mit der Größe der Ballung wächst daher die Wahrscheinlichkeit, daß die Ballung nicht mehr geteilt wird.

Diese Wahrscheinlichkeit wird weiterhin nahezu zur Gewißheit. Wenn nämlich in einem Uratome zum Beispiel sechs parallel durchdringende enthalten sind, die in der Richtung mit dem durchdrungenen übereinstimmen, so wird ein siebentes auch noch parallel eindringen können, wenn es parallel herankommt

und einholt. Wenn es aber nicht parallel herankommt, so wechselt es die Richtung. Es sind dann innerhalb des großen Uratomes wieder sechs kleine enthalten, die in einer neuen Richtung parallel sind, dazu aber ein siebentes, das nicht parallel ist. Tritt nun eines von den parallelen aus, und kommt ein neues eindringendes heran, so findet dieses neue nicht mehr einen Parallelismus vor. Seine Richtung mag wie immer beschaffen sein, der Parallelismus wird nicht mehr hergestellt. Es müßten denn sämtliche enthaltene Uratome austreten, und in das leer gewordene Uratom mehrere neue eindringen, die untereinander parallel sind und auch parallel eindringen.

Die Teilungsmöglichkeit besteht auch dann, wenn die Richtungen der durchdringenden Uratome symmetrisch paarweise um die Richtung des durchdrungenen gruppiert sind. Diese Symmetrie wird nur dann nicht gestört, wenn die neuen Uratome gleichzeitig paarweise symmetrisch eindringen.

Die Uratomenballungen befinden sich daher während ihres Wachstums in einer gewissen Teilungsgefahr. Entkommen sie dieser Gefahr, und erreichen sie eine gewisse Größe, so sind sie fernerhin vor einer Teilung um so wahrscheinlicher geschützt, je größer sie geworden sind. Ebenso sind diejenigen Uratome, die von Anfang an groß waren, durch ihre Größe geschützt.

Findet aber ausnahmsweise eine Teilung statt, so haben die Bruchstücke nicht mehr gleiche Bewegungsgrößen mit den anderen Uratomen. Wenn ein Uratom der Bewegungsgröße 5 in zwei Bruchstücke der Bewegungsgröße 3 und 2 geteilt wird, so sind die Bruchstücke im Verhältnisse zu ihrer Größe zu langsam. Diese Bruchstücke sind wieder in jenen Weltzustand zurückversetzt, wo noch nicht alle Bewegungsgrößen ausgeglichen sind. Der Prozeß wird hier nachgeholt.

Es wird sich alsbald zeigen, daß in der so zu nennenden Radiation der Bahnen der Uratome eine Einrichtung existiert, wodurch der Parallelismus frei fliegender benachbarter Uratome aufgehoben wird.

Da also der Parallelismus der durchdringenden Uratome, wenn er einmal gestört ist, nur von außen wieder hergestellt werden kann, und der außen etwa bestehende Parallelismus

durch die Radiation, von der alsbald die Rede sein soll, immer wieder aufgehoben wird, so geht die Wahrscheinlichkeit der Nichtteilung der großen Uratome in Gewißheit über.

Die Teilungsmöglichkeit der relativ kleinen Uratome wird in einer anderen Weise erschöpft.

Wenn jener Weltzustand erreicht ist, wo alle Bewegungsgrößen gleich geworden sind, so kann ein kleines Uratom nur dann geteilt werden, wenn es ein noch kleineres und daher schnelleres gibt, von dem es durchdrungen wird. Das absolut kleinste und schnellste Uratom ist unteilbar. Je größer und langsamer ein kleines Uratom ist, desto wahrscheinlicher wird es früher geteilt werden als ein kleineres. Diese Teilung findet dann eine Grenze, wenn die kleinen Uratome untereinander gleich groß und daher gleich schnell geworden sind. Die Ausgleichung der Geschwindigkeiten erfolgt nicht sofort durch die Teilung, sondern durch das wiederholte gleichzeitige Zusammentreffen mit anderen, insbesondere mit großen, die von vielen kleinen durchdrungen werden. Sind die kleinen Uratome untereinander gleich schnell, so kann keines das andere mehr gerade einholen, daher keines mehr geteilt werden. Von den großen langsamen werden die kleinen niemals eingeholt.

Die kleinen Uratome werden daher schließlich eine Klasse von Uratomen bilden, die der Größe und der Geschwindigkeit nach gleich sind, und niemals aus gleicher Richtung durchdrungen werden, wohl aber häufig durchdringen. Die Durchdringung in Richtungen, die sich schneiden, bleibt zwar übrig, führt aber niemals zur Teilung.

Die großen Uratome werden schließlich eine andere Klasse von Uratomen bilden, die der Größe und der Geschwindigkeit nach durch nichts gleich gemacht, daher ungleich geblieben sind, und gewöhnlich von vielen kleineren gleichzeitig durchdrungen sind. Sind aber zwei große Uratome gleich an Größe, so werden sie, wie früher gezeigt wurde, mit um so größerer Wahrscheinlichkeit durch eine Ballung in ein einziges Uratom überführt, je länger sie existiert haben.

Die Größengleichheit und Geschwindigkeitsgleichheit der großen Uratome, die von anderen durchdrungen werden, wird ausgemerzt. Die Größengleichheit und Geschwindigkeitsgleich-

heit der kleinen, die nicht durchdrungen werden, sondern durchdringen, wird herbeigeführt.

Da nun die Gleichheit der kleineren Uratome nur durch außerordentlich oft wiederholte Teilungen erreicht wird, so wird zwischen den kleinen und den großen, vor der Teilung geschützten Uratomen eine weite Kluft angelegt. Uratome einer gewissen mittleren Größe wird es nicht geben, weil diese nicht vor der Teilung geschützt sind. Diese müssen entweder durch Wachstum der Teilungsgefahr entkommen, und dadurch in die Klasse der großen und langsamen eintreten, oder sich wiederholt teilen lassen und dadurch in die Klasse der kleinen und schnellen eintreten.

In dieser Weise führt die Wirksamkeit des Urstoßgesetzes zu einer Selbstdifferenzierung der Materie.

Die kleinen, schnellen, niemals sich ballenden, niemals sich teilenden, niemals durchdrungenen und häufig durchdringenden Uratome können in ihrer Gesamtheit als jener Uratomenäther bezeichnet werden, dem die Wirkung der Gravifikation (Schwermachung) und jeder Art scheinbarer Anziehung und Abstoßung aus der Ferne zugeschrieben werden kann.

Die großen und langsamen können in Unterklassen der Größen und Geschwindigkeiten gebracht werden. Die größten und langsamsten können zur Konstruktion der chemischen Materie herangezogen werden; gewisse kleinere und schnellere zur Konstruktion einer spezifischen Elektrizitätsmaterie und endlich die kleinsten und schnellsten dieser Klasse zur Konstruktion der aktinischen Materie, die vorzugsweise zur Substruktion der Erscheinungen des Lichtes, der gestrahlten Wärme und der gestrahlten chemischen Energie zu dienen hat.

19. „Radiation" durch die großen Uratome und durch die großen Uratomenballungen.

Ein großes Uratom, das infolge seiner Größe immer von vielen kleineren durchdrungen wird, gewinnt dadurch eine besondere Eigenschaft.

Jedes dieser kleineren Uratome konnte an jedem beliebigen Punkte der Rückseite, das heißt der in der Bewegungsrichtung

nachgestellten Seite des Uratomes, aber nur auf der Rückseite eintreten. Hier konnte es nicht aus jeder beliebigen Richtung des Raumes herkommen. Denken wir uns zunächst das große Uratom kugelförmig, und gehen wir später zu anderen Gestalten über. Denken wir uns in der Eintrittsstelle eine Tangentialebene an den Berührungspunkt gelegt. Die Eintrittsrichtung konnte nur auf der einen Seite der Tangentialebene gelegen gewesen sein, denn jede andere Richtung wäre schief entgegengesetzt gewesen, sie hätte nicht zur Durchdringung, sondern zur Umkehr geführt.

Das Analoge gilt von den Richtungen des Durchdringens. Diese Richtungen können nur auf der anderen Seite dieser Tangentialebene liegen.

In manchen Zeitpunkten dringt nur ein neues Uratom in die Rückseite ein, in den meisten überhaupt keines, und die eingedrungenen treten an der Vorderseite wieder aus. Das hindert aber nicht, daß in einer endlichen Zeitstrecke das große Uratom von vielen kleinen durchdrungen ist, die alle zugleich die Richtung eines neu eintretenden bestimmen.

Die Richtungen der durchdringenden werden mit den Radien der Punkte, wo sie eingetreten sind, beliebige Winkel bilden. Keine Winkelgröße und keine Ebene ist bei dieser Abweichung bevorzugt. Alle möglichen Bahnen sind auf der einen Seite der Tangentialebene um den Radius herum symmetrisch verteilt. Je größer die Zahl der regellos eingedrungenen Uratome ist, desto mehr wird sich die resultierende Wirkung aus allen auf das neu eindringende Uratom so kompensieren, als gingen die enthaltenen Uratome in den Radien des großen. Es ist eine doppelte Kompensation erforderlich: eine Kompensation der Eintrittsstellen untereinander und eine Kompensation der Abweichungen vom Radius untereinander.

Die vollständige Kompensation ist ein unerreichbares Ideal. Je größer die Zahl der gleichzeitig enthaltenen eingedrungenen Uratome ist, desto kleiner ist der Winkel, den die Richtung des neu eindringenden Uratomes innerhalb des durchdrungenen mit dem Radius bildet.

Hat sich das große Uratom schon einige Zeit bewegt ohne umzukehren, so werden die Bahnen der durchdringenden immer

näher zur Richtung des Radius liegen. Die Bahn jedes späteren Ankömmlings wird näher zum Radius gebrochen sein als die Bahnen der früher eingetretenen.

Diese Brechung der Bahnen in die Richtung des Radius unabhängig von der Einfallsrichtung nenne ich die „Radiation“ der Bahnen der eindringenden Uratome durch das durchdrungene und durch die anderen durchdringenden.

Da die eingedrungenen kleineren Uratome an der Vorderseite des großen austreten, so findet eben dadurch auch eine „Radiation“ der Bahnen der austretenden Uratome, aber nur an der Vorderseite, das heißt an der vorangehenden Seite des großen Uratomes statt. Die Uratome, die zum Radius genähert eingetreten sind, müssen auch um ebensoviel zum Radius genähert austreten.

Die dem großen Uratome entgegenkommenden kleinen werden in der Richtung der Umkehr durch alle soeben durchdringenden (also mittelbar berührten) kleineren Uratome sowie durch das unmittelbar berührte große Uratom zugleich bestimmt. Das einzelne Uratom kehrt daher unabhängig von der Einfallsrichtung in einem um so kleineren Winkel mit dem Radius der Berührungsstelle um, je ausgiebiger die Kompensationen der enthaltenen kleineren Uratome sind. Das entgegenkommende kleine Uratom ändert auch die Richtungen aller enthaltenen durchdringenden, jedoch um so weniger, je größer die Zahl der enthaltenen ist.

Es findet daher auch eine „Radiation“ der Bahnen der an der Vorderseite umkehrenden Uratome statt.

Ist die Zahl der in der Zeiteinheit entgegenkommenden Uratome entsprechend größer als die Zahl der nachdringenden, so kann das große Uratom zur Umkehr gebracht werden. Jedes entgegenkommende und umkehrende Uratom bricht die Bahnen der enthaltenen durchdringenden im Sinne der Vorbereitung zur Umkehr. Die Radiation wird immer schwächer, bis bei einer genügenden Überzahl der entgegenkommenden Uratome die Bahnen der enthaltenen umgekehrt werden.

Haben die kleineren Uratome vor dem Eintritte eine durchaus parallele Anordnung gehabt, so werden sie diese beibehalten. Das nächstfolgende schief eindringende Uratom ändert aber den

Parallelismus der eingedrungenen in der Weise, daß die nachfolgenden, die noch zum selben Systeme paralleler Richtungen gehören, mit den bereits eingedrungenen nicht mehr parallel sind. Da es immer schief eindringende Uratome geben wird, so werden diese jeden Parallelismus der Bahnen der kleinen eindringenden Uratome kurz nach der Entstehung wieder vernichten.

Diese Beziehungen sind von der Kugelform des großen durchdrungenen Uratomes unabhängig. Jeder Berührungspunkt der beliebig geformten Oberfläche gestattet die Anlegung einer Tangentialebene, und die auf diese Tangentialebene Normale kann für den Berührungspunkt als Radius behandelt werden.

Der Begriff der Radiation kann daher auf jedes beliebig gestaltete Uratom angewendet werden. Das Uratom darf konkave und konvexe Flächen beliebiger Krümmung abwechselnd besitzen. Es ist nur erforderlich, daß sämtliche Normale auf die Tangentialebenen der Berührungspunkte sich in einem Gebiete schneiden, das nicht allzu groß ist. Je kleiner dieses Gebiet ist, desto vollkommener wird die Radiation sein. Es darf auch Oberflächenstellen geben, die der Radiation entgegenarbeiten, nur darf die Summe dieser Oberflächen relativ nicht groß sein.

Was die Wirkung eines Uratomes nach außen betrifft, so ist die Radiation immer auf die vorausgekehrte Seite des Uratomes beschränkt, da nur an der Vorderseite Uratome umkehren und nur an der Vorderseite Uratome austreten. An der Rückseite werden alle einholenden Uratome absorbiert.

Da jedes große Uratom radiiert, so gehört jedes frei fliegende Uratom einem Radiationssysteme an, und zwar dem Systeme jenes großen Uratomes, mit dem es zuletzt zusammengetroffen ist oder das es zuletzt durchdrungen hat. Wenn ein frei fliegendes Uratom mit einem anderen zusammentrifft, so tauscht es die Richtung und mit dieser die Zugehörigkeit zu einem Systeme. Die Radiationssysteme als solche werden durch die Uratomenstöße untereinander nicht verwischt. Die Entstehungsorte dieser Systeme wandern im Raume. Je langsamer sie wandern, desto besser entwickelt sich ein Radiationssystem.

20. Eigengeschwindigkeit und translatorische Geschwindigkeit der Uratome.

Sind einmal alle Bewegungsgrößen in der Welt ausgeglichen, so geht jedes Uratom zwischen zwei Urstößen mit seiner unveränderlichen Eigengeschwindigkeit in jener Richtung weiter, die es im letzten Zusammentreffen erhalten hat.

Abgesehen von den seltenen geraden Stößen wird ein Uratom nach jedem Zusammentreffen seine Richtung brechen.

Ist ein Uratom längere Zeit von keinem anderen durchdrungen, so wird der Wechsel der Richtungen regellos sein. Das Uratom wird nicht an seiner Stelle ruhen, es wird auch nicht an einen weit entfernten Ort rasch gelangen, sondern in einer regellos gebrochenen Bahn in einem größeren Bewegungsbezirke umherirren.

Ist ein Uratom von mehreren kleineren durchdrungen, so wird es durch ein einzelnes entgegenkommendes nicht zur Umkehr gebracht. Die Bahn wird zwar nach der Berührung gebrochen sein, aber das große Uratom wird nach der Berührung schief vorwärts gehen. Die von rückwärts einholenden Uratome bringen das große gleichfalls mit geänderter Richtung schief vorwärts. Sind die entgegenkommenden kleinen Uratome nicht in einer entsprechend großen Überzahl, oder kommt kein gleich mächtig bestimmendes Uratom größeren Volumens entgegen, so kehrt das große Uratom nicht um.

Ist es in der Zeit t vom Orte A in den Ort B gelangt, so kann die Entfernung zwischen A und B, geteilt durch die Zeit t, die translatorische Geschwindigkeit dieses Uratomes für die Distanz AB genannt werden. Da die Bahn zwischen A und B wiederholt gebrochen wurde, so ist die echte Eigengeschwindigkeit des Uratomes weit größer als die translatorische, die überdies für verschiedene Orte und für verschiedene Zeiten zwischen denselben Orten verschieden ist. Nur zwischen zwei aufeinanderfolgenden Urstößen fällt die Eigengeschwindigkeit mit der translatorischen Geschwindigkeit zusammen. Die Eigengeschwindigkeit ist das Verhältnis eines Weges zur Zeit, die translatorische ist das Verhältnis einer Entfernung zur Zeit.

Je größer die Zahl der zugleich enthaltenen Uratome ist,

desto weniger weicht die gebrochene echte Bahn von der geometrischen Entfernung der Orte ab. Da die Zahl der zugleich enthaltenen Uratome durch allerlei Umstände verändert werden kann, so ist die translatorische Geschwindigkeit eines genügend großen Uratomes einer Veränderung, einer Beschleunigung und einer Verzögerung fähig; die Eigengeschwindigkeit bleibt dabei konstant.

III. Baustufen der unbelebten Materie oder Aggregate der ersten bis siebenten Ordnung und ihre Häufungen.

A. Aggregate erster Ordnung: chemische Prothyleinheiten, Elektrizitätsatome, „aktinische" Atome.

21. Entstehung von Aggregaten erster Ordnung aus den Uratomenballungen. — Das Amer.

Ist ein Uratom oder eine Uratomenballung verglichen mit den kleineren frei fliegenden Uratomen groß genug, so wird es meistens viele kleine Uratome gleichzeitig enthalten, die in der Durchdringung begriffen sind. Das einzelne einholende und eindringende Uratom findet daher meistens schon andere vor, mit denen es zugleich die Richtung des großen Uratomes neuerdings bestimmt. Je größer daher ein Uratom ist, desto kleiner wird der Winkel sein, den seine neue Richtung mit der alten bildet, wenn die Richtung infolge des Eindringens eines kleinen Uratomes geändert wird. Ebenso wird der Einfluß der entgegenkommenden und umkehrenden kleinen Uratome um so geringer sein, je größer die Zahl der im großen Uratome enthaltenen und in der Durchdringung befindlichen kleinen Uratome ist. Die entgegenkommenden und umkehrenden Uratome beeinflussen das große Uratom nur einmal im Zeitpunkte der Berührung. Die einholenden und eindringenden bestimmen die Bewegungsrichtung des großen durchdrungenen nicht nur im Zeitpunkte der Berührung; sie haben auch später noch während der Durchdringung die Gelegenheit, mit anderen entgegenkommenden und einholenden kleinen Uratomen im Zeitpunkte der Berührung die Richtung des großen neuerdings mit zu bestimmen, weil dieses

zusammen mit den durchdringenden ein berührtes System bildet, wobei das große in einem Punkte unmittelbar und die kleinen mittelbar berührt werden. Der Einfluß der einholenden und durchdringenden Uratome überwiegt daher den Einfluß der entgegenkommenden. Das große Uratom wird in einer gebrochenen Bahn vorwärts gehen, ohne umzukehren. Die durchdringenden Uratome verlassen das große nach der Durchdringung, ohne beim Austritte neuerdings eine Richtungsänderung zu erfahren oder zu verursachen.

War aber das entgegenkommende Uratom nicht genügend klein, so wird es sich nach der Umkehr nicht allzu schnell entfernen, weil es infolge seiner Masse (Uratomenvolumen) und der Gleichheit aller Bewegungsgrößen eine geringere Eigengeschwindigkeit hat als die kleineren und daher schnelleren.

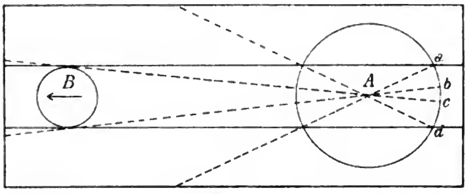


Fig. 9.

Ist seine Geschwindigkeit noch immer größer als die des großen Uratomes so wird es zwar umkehren und vorausgehen, aber unter den Einfluß der Radiation des großen Uratomes geraten. Dieses selbst war von kleineren durchdrungen, die alle die Richtung nach dem Stoße mitbestimmt haben. Hat das größere Uratom A im Stoße eine größere Zahl kleiner durchdringender Uratome enthalten als das Uratom B, so kehrt A nicht um. A geht nach dem Stoße hinter B.

Die translatorische Geschwindigkeit des B wird verringert, weil dem B einige Stöße auf die Rückseite durch die Radiation, die von A ausgeht, verloren gehen, während die Stöße auf die Vorderseite unvermindert bleiben. Die Geschwindigkeit zwischen zwei Stößen bleibt allerdings konstant, aber die Bahn wird

durch die einzelnen Stöße, die überwiegend seitlich erteilt werden, stärker gebrochen, so daß die Geschwindigkeit, die nicht auf den echten Weg, sondern auf die geometrische Distanz zwischen zwei Orten der gebrochenen Bahn bezogen wird, kleiner ausfällt. Andrerseits gehen dem nachfolgenden Uratome *A* Stöße auf die Vorderseite verloren, so daß die translatorische Geschwindigkeit des *A* größer wird.

Zerlegen wir das Chaos der Bahnen, in denen *B* auf der Rückseite von Uratomen eingeholt werden kann, in Systeme paralleler Bahnen. In Figur 9 ist ein solches System herausgegriffen. Zwischen den zwei gezeichneten Parallelen sind beliebige parallele Bahnen denkbar. Je besser die Radiation vor sich geht, desto wahrscheinlicher gehen die Uratomenstöße, die bei Abwesenheit von *A* zwischen *a* und *b*, ferner zwischen *c* und *d* durchgegangen wären, bei der Anwesenheit von *A* für *B* verloren. Für jedes andere System paralleler Bahnen läßt sich dasselbe zeigen.

Ist *B* so klein, daß es nur selten von noch kleineren durchdrungen wird, so wird *B* nach *A* zurückgetrieben, sobald es keine durchdringenden kleineren Uratome enthält, die die Umkehr verhindern. Nach dem Stoße wird *B* vor *A* wieder vorauseilen. Ist die Eigengeschwindigkeit des *B* sehr groß, so kann *B* aus dem Radiationsbezirke des *A* entkommen, bevor es abermals zur Umkehr gebracht wird. Theoretisch geht die Radiation des *A* in die Unendlichkeit; je weiter sich aber *B* von *A* entfernt, desto leichter wird das Eindringen von Uratomen in *B*, die aus dem Binnenraume zwischen *A* und *B* seitlich unaufgehalten und unabgelenkt eindringen.

Solange *A* in der Nähe von *B* war, gingen die Stöße zwischen *a* und *c* (Figur 10) für *B* gänzlich verloren. Je weiter *B* vorauseilt, desto mehr schiebt sich dieses System paralleler Bahnen, durch die Tangentialpunkte in *B* begrenzt und bestimmt, parallel zu sich selbst aus *A* hinaus und *B* erhält schließlich alle Stöße aus diesem Bahnsysteme, soweit sie auch bei Abwesenheit von *A* möglich wären.

Ist *B* nicht klein und schnell genug, so wird wieder eine Zeit kommen, worin *B* nicht durch eine hinreichend große Zahl kleiner eben durchdringender Uratome davor geschützt ist, nach

A zurückgetrieben zu werden. *B* ist dann infolge seiner Eigengeschwindigkeit und seiner Größe in den Radiationsbezirk des *A* eingefangen. Es wird abwechselnd seinen Weg von *A* und nach *A* zurücklegen.

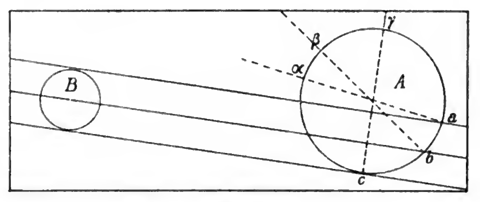


Fig. 10.

Ist hingegen *B* so groß, daß es nie ganz frei ist von eben durchdringenden kleineren Uratomen, so wird es auch nie zur Umkehr nach *A* genötigt werden. Ist *B* größer und langsamer als *A*, so wird es von *A* eingeholt durchdrungen und überholt werden. Ist *B* kleiner und schneller als *A*, so wird *B* langsam aus dem Radiationsbezirke des *A* hinaus gelangen können.

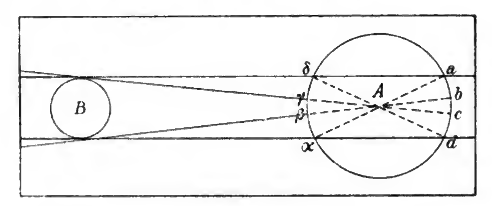


Fig. 11.

Es hängt daher von dem angemessenen Verhältnisse der Größen und der Eigengeschwindigkeiten ab, ob die beiden Uratome *A* und *B*, wenn sie durch die Lage ihrer Bahnen sich getroffen haben, einander in einen Spielbezirk bannen, oder ob sie sich wieder verlassen.

Dem Verluste von Stößen für *B* durch die Anwesenheit des *A* steht ein Gewinn für *B* gegenüber, weil viele Uratome an der Vorderseite von *A* umkehren und durch die Radiation nach *B* gelangen, die sonst seitlich an *B* vorbeigegangen wären. Alles, was zwischen β und γ (Fig. 11) eintrifft, gelangt durch Radiation und Umkehr nach *B*. Der den Gewinn bringende Bogen βγ ist kleiner als die den Verlust verursachenden αβ und γδ, wo durchdringende Uratome austreten, die für *B* verloren gehen.

Allerdings sind zwischen β und γ die Bahnen aus beliebigen Richtungen möglich, hingegen beziehen sich αβ sowie γδ nur auf diejenigen Bahnen, die dem Systeme paralleler Bahnen in Figur 11 angehören. Es bleibt aber für alle Systeme paralleler Bahnen der entgegenwirkende gewinnbringende Bogen βγ konstant. Da sich zeigen läßt, daß dieser Bogen βγ für alle Systeme paralleler Bahnen durchdringender Uratome (vergl. z. B. Figur 10) kleiner ist als der den Verlust erzeugende Teil, so ergibt sich daraus, daß *A* durch seine Radiation dem *B* einen Verlust von einholenden Uratomen verursacht.

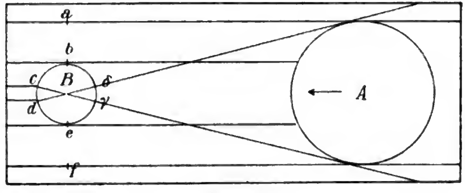


Fig. 12.

Andrerseits wird *B* dem *A* keinen Gewinn an umkehrenden Uratomen bringen, solange es sich von *A* entfernt, weil an der Rückseite keine Uratome umkehren. Wohl aber wird *B* dem *A* einen Verlust verursachen, weil es manche Stöße von Uratomen aufhält, die bei Abwesenheit von *B* dem *A* entgegengekommen wären. Ordnen wir wieder alle möglichen Bahnen der dem *A* entgegenkommenden Uratome in Systeme paralleler Linien. Eines dieser Systeme ist in Figur 12 dargestellt. Es sind ferner zwei Fälle zu unterscheiden: *B* geht dem *A* entgegengesetzt, oder aber

B hat mit *A* gleiche Richtung. Die Beurteilung dieser Bewegungsweise ist von einem fixen Standpunkte im „leeren" Raume außerhalb des *A* und außerhalb des *B* gemeint. Da *B* immer kleiner und daher schneller als *A* vorausgesetzt wird, so entfernen sich *A* und *B* bei gleicher Richtung.

Hat *B* mit *A* gleiche Richtung, so gehen alle Uratome für *A* verloren, die an der Vorderseite von *B* innerhalb *bcde* eintreffen und umkehren. Die an der Rückseite innerhalb $b\delta\gamma e$ eintreffenden waren nicht reflektiert, weil sie das *B* einholen und durchdringen. Ein Teil der in *bcde* eintreffenden Uratome hätte bei Abwesenheit des *B* das *A* getroffen.

Sind die Richtungen von *A* und *B* entgegengesetzt, so gehen jene Uratome für *A* verloren, die bei Abwesenheit des *B* nach *A* gelangt wären, jetzt aber zwischen *b* und *c*, ferner zwischen *d* und *e* das *B* einholend eindringen, und durch Radiation abgelenkt zwischen γ und *e* sowie zwischen δ und *b* austreten. Diesem Verluste steht ein Gewinn für *A* gegenüber, weil die zwischen γ und δ eintreffenden Uratome nach *A* reflektiert werden. Dieser Gewinn ist kleiner als der Verlust, weil sich für jedes System paralleler Bahnen zeigen läßt, daß $\gamma\delta$ kleiner sei als die Summe von *bc* und *de*.

Das größere *A* wird daher niemals durch das kleinere *B* zur Umkehr gebracht. Auch dann, wenn *B* an *A* gebannt bleibt, und im Verhältnisse zu *A* periodisch hin und her geht, wird das kleinere *B* von dem größeren *A* nach derselben Seite des Raumes vorwärts getrieben. Das ist der Keim der Eigenrichtung und der Eigengeschwindigkeit aller Aggregate, wobei die Richtung und die translatorische Eigengeschwindigkeit des geometrischen Mittelpunktes des Aggregates an die Struktur des Aggregates gebunden ist. Könnte man das größere *A* packen und in seiner Richtung drehen, so würde auch das daran gebannte *B* seine Richtung mit ändern, und das Aggregat aus *A* und *B* sich in jener Richtung fortbewegen, die dem *A* zukommt. *A* hat die führende Rolle.

Das langsamere *A* wird in diesem Falle von dem schnelleren *B* eingeholt und durchdrungen werden, so daß *B* wiederum von *A* vor sich her getrieben wird. Durch die Umlegung der Struktur ist auch die Eigenrichtung des Aggregates umgelegt. Auf das-

selbe kommt es hinaus, wenn ursprünglich *A* und *B* derart zusammengetroffen sind, daß das größere und langsamere *A* von dem kleineren und schnelleren *B* eingeholt und daher durchdrungen wurde. Ist *B* sehr schnell, so verläßt es das *A* nach der Durchdringung und der damit verbundenen Bahnänderung so gut wie für immer. Ist aber *B* im Verhältnisse zu *A* angemessen groß und schnell, so bleibt es mit *A* nach der Durchdringung in einen Spielbezirk gebannt.

Diese zwei ungleich großen und ungleich schnellen Uratome können niemals in Berührung beisammen bleiben, da nach der Voraussetzung bereits jener Weltzustand erreicht ist, wo die Bewegungsgrößen aller Uratome im Sinne der Urstoßformel gleich geworden sind, so daß nur mehr die Richtungen, nicht aber die Geschwindigkeiten geändert werden können. Die Gleichheit frei fliegender größerer Uratome wird früher oder später aus der Welt geschafft, indem die großen durchdrungenen gleichen Uratome, sobald sie sich treffen und außerdem in die gleiche Richtung gebracht worden sind, zu doppelt so großen Uratomen oder zu Ballungen in beständiger Berührung ohne Durchdringung vereinigt bleiben.

Zwei Uratome oder zwei Uratomenballungen oder ein Uratom und eine Uratomenballung, die sich gegenseitig in einen Spielbezirk bannen oder genähert halten, indem sie periodisch sich nähern und entfernen, ohne zu einem neuen Uratome zusammenzuwachsen, nenne ich im Gegensatze zur Ballung ein Aggregat, und solange es sich nur um zwei Einheiten handelt, ein kleinstes Aggregat.

Jedes Uratom, und jede Uratomenballung, die zur Einheit eines Aggregates gemacht worden ist, nenne ich in Bezug hierauf und solange die Aggregation dauert, ein Amer dieses Aggregates. Das kleinste Aggregat kann daher auch ein zweiameriges Aggregat heißen.

Die kleinen Uratome, die nicht zu Aggregaten vereinigt sind, nenne ich mit einem zusammenfassenden Namen den Uratomenäther. Aus dem ursprünglich alles umfassenden Uratomenäther werden sich alle größeren Uratome durch Aggregation ausscheiden, so daß die Aggregate auf Kosten des Uratomenäthers so lange zunehmen, bis nur mehr jene frei fliegenden

kleinen und schnellen Uratome übrig bleiben, die infolge ihrer Kleinheit keiner Radiation fähig sind. Das heißt, diese kleinen Uratome sind selbst das, was aus den großen ausgesendet wird, während sie selbst nichts aussenden.

Ein Amer ist dasselbe wie ein großes Uratom oder eine große Uratomenballung, die in ein Aggregat aufgenommen ist. Ein frei fliegendes Uratom hat dieselben Eigenschaften wie ein Amer; es hat nur keine noch kleineren Uratome unter sich, durch die es zur Aggregation gebracht werden könnte. Ich könnte auch sagen, aggregierte Uratome mögen Amere heißen, und der Ausdruck Uratom ohne nähere Bestimmung bedeute jene Uratome, die in einem früheren Weltzustande noch nicht aggregiert waren und jene, die überhaupt nie aggregiert werden.

Zweiamerige Aggregate werden in großer Zahl unabhängig und entfernt voneinander zu verschiedenen Zeiten und auch gleichzeitig entstehen können.

22. Das zweiamerige Aggregat erzeugt aus seiner eigenen Struktur eine translatorische Eigengeschwindigkeit und eine Eigenrichtung.

Da die Gleichheit der Uratome mit Ausnahme der niedersten Größenklasse überall durch Ballung ausgeschieden wird, so haben die Amere eines Aggregates immer verschiedene Eigengeschwindigkeit und verschiedene translatorische Geschwindigkeit. Die Amere bringen sich nicht gegenseitig zur Umkehr, sondern das kleinere kehrt vor dem größeren um, während das größere mit einer geringfügigen und rasch vorübergehenden Verzögerung vorwärts geht. Das folgt aus dem Urstoßgesetze unter Berücksichtigung der ungleichen Ladung mit durchdringenden kleinen Uratomen.

Das zweiamerige Aggregat formt sich selbst so, daß das größere Amer das kleinere vor sich her stößt. Da das große Amer nicht umkehrt, so werden die aufeinanderfolgenden Berührungsorte im Weltraume nach derselben Seite des Raumes geschoben. Verbindet man die Berührungsorte der verschiedenen Zeiten, so erhält man eine gebrochene Gerade, die einer gestreckten um so näher kommt, je besser das große Amer radiiert hat.

Das Aggregat erzeugt sich selbst eine Bewegungsrichtung. Haben sich die Amere im Orte *A* berührt und nach vielen Berührungen im Orte *B*, so kann man diese beiden Berührungsorte durch eine Gerade verbinden. Diese Gerade bedeutet nicht den wirklichen Weg, den das Aggregat zurückgelegt hat, sondern nur die Enfernung der Berührungsorte *A* und *B*, zwischen denen die Amere des Aggregates in gebrochenen Bahnen, das kleinere Amer sogar abwechselnd vor und rückläufig, gewandert sind. Das kleinere Amer kam dadurch im Endergebnis weiter, daß die rückläufigen Wege kürzer waren als die vorausläufigen. Das Verhältnis der geometrischen Entfernung zwischen den Ameren-Berührungsorten *A* und *B* zur Zeit kann man die translatorische Geschwindigkeit des Aggregates in Bezug auf *AB* nennen.

Ein zweiameriges Aggregat kann daher so wenig in Ruhe bleiben wie ein vereinzeltes Uratom. Es erzeugt aus sich selbst nicht nur eine wenig veränderliche translatorische Eigengeschwindigkeit, sondern auch eine bestimmte Bewegungsrichtung, die mit der Struktur des Aggregates zusammenhängt und aus ihr folgt.

Die translatorische Eigengeschwindigkeit eines kleinsten Aggregates kann nicht größer sein als die echte Eigengeschwindigkeit seines größten Ameres. Sie wird etwas kleiner sein, weil das größte Amer in einer gebrochenen Bahn geht.

Die verschiedenen kleinsten Aggregate werden verschiedene Geschwindigkeiten besitzen. Die eine Grenze bildet das schnellste und kleinste führende oder nicht umkehrende Amer, das in irgend einem Aggregat der Welt angetroffen wird, und die andere Grenze das größte und langsamste Amer der Welt.

23. Wachstum der Aggregate erster Ordnung. — Eigengeschwindigkeit, Eigenrichtung, Gestalt, Größe und Stoß der Aggregate erster Ordnung. Grenze des Wachstums und Grenzen der Volumengröße. Innenbewegung oder Wärme.

Ein zweiameriges Aggregat wird früher oder später mit einem anderen oder auch mit einem isolierten größeren Uratome zusammentreffen. Die Aggregate ziehen sich nicht einzeln aus der Ferne an, sondern sie finden sich im Laufe der

Zeit durch die Lage ihrer Bahnen. Die Gesamtheit der Aggregate und der noch freien größeren Uratome wird allerdings durch die kleineren frei fliegenden Uratome zu einer Kugel zusammengehalten, wenn eine größere Menge von größeren Uratomen in einem Weltraumteile gegeben ist, dessen nächste Umgebung nahezu frei von größeren Uratomen ist. Das einzelne größere Uratom und das einzelne zweiamerige Aggregat wird dabei nur von der Gesamtheit aller übrigen bestimmt, während die richtende Wirkung des einzelnen auf das einzelne verschwindend klein ist und erst in Rechnung kommt, wenn sich die größeren Uratome, beziehungsweise die zweiamerigen Aggregate schon durch die Lage ihrer Bahnen von selbst nahezu gefunden haben.

In dieser Weise kann man annehmen, daß es im unendlichen Raume des Uratomenäthers eine unendliche Menge von Kugeln endlicher Größe gibt, in deren Umrissen die Aggregationen der größeren Uratome vor sich gehen, die nach vollzogener Aggregation Amere genannt werden können.

Jede dieser Kugeln kann die Größe nicht eines Sonnensystems, sondern eines Sternensystems oder eines Sternenhimmels haben.

Die zweiamerigen Aggregate und die noch nicht aggregierten größeren Uratome treffen sich bald gerade und bald seitlich herankommend; bald durch Einholung und bald durch Entgegenkommen.

Trifft ein zweiameriges Aggregat mit einem gößeren Uratome im Stoße zusammen, so wird das neue Uratom entweder umkehren oder durchdringen, je nach seiner Richtung. Sofort nach der Umkehr oder nach der Durchdringung beginnt die Radiation des Aggregates zu spielen. Ist der neue Ankömmling sehr schnell, so wird er aus dem wirksamen Bezirke des Aggregates entkommen sein, bevor ihn ein entscheidender Uratomenstoß zur Umkehr nötigen konnte. Dieser neue Ankömmling ist korrelativ zu diesem Aggregate nicht vereinigungsfähig gewesen. Er kann auch von der Seite herangekommen sein, und mit einer Biegung seiner früheren Bahn entkommen, bevor er noch zum Stoße gelenkt wird.

Ist der neue Ankömmling nicht schnell genug, so wird er immer wieder zum Aggregate zurückgestoßen. Er bleibt mit diesem zu einem dreiamerigen Aggregate vereinigt. In dieser Weise können sich viele größere Uratome zu einem Aggregate

erster Ordnung zusammenfinden, und periodisch sich gleichzeitig berühren und gleichzeitig auseinandergehen.

Durch die Aggregation vollzieht sich von selbst eine Sortierung der Aggregate, weil immer nur solche Amere beisammen bleiben können, die in den Eigengeschwindigkeiten nicht allzu stark voneinander abweichen. Die Aggregate werden nach der Schnelligkeit der Amere, aus denen sie gebildet sind, eingeteilt werden können.

Die Schnelligkeit des Ameres ist aber nicht die Schnelligkeit des Aggregates. Treffen zwei Amere zusammen, die nahezu gleich groß sind, so erzeugen sie eine translatorische Geschwindigkeit des Aggregates, die nahezu null ist. Treffen zwei Amere zusammen, die in der Größe und Geschwindigkeit so stark verschieden sind, daß sie eben noch an der Grenze der Vereinigungsmöglichkeit stehen, so wird die erzeugte translatorische Geschwindigkeit des Aggregates relativ sehr groß sein. Wären zwei Amere mathematisch genau gleich, so käme das Aggregat nicht vom Platze, weil beide Amere gleich weit auseinander und gleich schnell gehen, und sich daher immer im selben Weltpunkte treffen.

Nun müssen wir aber unterscheiden: die echte Geschwindigkeit eines Ameres zwischen zwei Uratomenstößen, die konstant und unverlierbar ist, und die andere Geschwindigkeit, die dadurch entsteht, daß der vielfach durch viele Uratomenstöße gebrochene Weg eines Ameres von A nach B nicht berücksichtigt wird. Man bezieht die geometrische Distanz zwischen A und B, die nur eine Entfernung aber kein Weg ist, auf die Zeit. Da die Brechung des wirklichen Weges variiert, so variiert auch diese Geschwindigkeit. Annäherung der Brechung an die Streckung heißt Beschleunigung und Verstärkung der Brechung heißt Verzögerung der Amerengeschwindigkeit in diesem Sinne des Wortes.

Nun nähern sich zwei Amere mit beschleunigten Geschwindigkeiten in diesem Sinne des Wortes, weil die Wirksamkeit der Radiationen vom Quadrate der Entfernung abhängt.

Zwei ungleich große und daher ungleich gut radiierende Amere erteilen sich wechselseitig auch ungleiche Beschleunigungen. Das kleinere Amer nähert sich dem größeren mit größerer Beschleunigung; das größere nähert sich dem kleineren mit kleinerer Be-

schleunigung. Das kleinere entfernt sich mit größerer Verzögerung, das größere mit kleinerer.

Daraus folgt, daß sich die Amere desselben Aggregates erster Ordnung niemals im selben Weltpunkte wieder berühren, wo sie sich kurz vorher berührt haben. Der Ort des Zusammenstoßes wird in der Welt geschoben.

Sind nur zwei Amere da, so wird das kleinere immer von dem größeren vorausgestoßen, weil das größere infolge des größeren Gehaltes an durchdringenden Uratomen überhaupt nie umkehrt.

Tritt aber ein drittes Amer in das Aggregat ein, so können die kleineren das dritte größere zur Umkehr bringen, während sie selbst auch umkehren. Das größte Amer wird aber bei seiner Annäherung nicht so stark beschleunigt, als es selbst die kleineren schneller macht; es wird auch bei seiner Entfernung nicht so stark verzögert, als es selbst die beiden kleineren langsamer macht. Durch die Differenzen dieser Beschleunigungen rückt der Ort des nächsten Zusammenstoßes immer nach der Richtung, wo sich das größte und langsamste aller Amere der Gruppe befindet. Dieses Amer ist daher immer für die Richtung des ganzen Aggregates entscheidend, solange das Aggregat nicht von außen gestört wird. Dieses Amer kann das „führende" Amer oder der vorangerichtete Pol des Aggregates genannt werden.

Dadurch entstehen die translatorischen Eigengeschwindigkeiten der Aggregate erster Ordnung mit Eigenrichtungen, die aus der Struktur der Aggregate hervorgehen, und nur durch einen Eingriff in diese Struktur von außen her verändert werden können. Die Eigenbewegungen sind zwischen je zwei Amerenstößen gerade gerichtet, solange sie nicht von außen beeinflußt werden, indem die Dichte des umgebenden Uratomenäthers ungleich verteilt wird. Für eine größere Folge von Amerenstößen entwickelt sich eine gebrochene Bahn, die um eine konstante Richtung herum beschrieben wird.

Die Aggregate erster Ordnung werden untereinander individuell ungleiche translatorische Eigengeschwindigkeiten besitzen, und in Geschwindigkeitsklassen gebracht werden können. Für jede Geschwindigkeitsklasse können zwei Grenz-

werte aufgestellt werden, zwischen denen die wirklichen Werte dieser Klasse liegen, und zwischen den Grenzen kann ein Durchschnittswert gezogen sein, der dem arithmetischen Mittel der individuellen Werte entspricht (nicht dem arithmetischen Mittel der Grenzwerte) und um den herum die wirklichen Werte der Zahl der Aggregate nach gleichmäßig verteilt sind.

Die Grenzwerte können weit voneinander entfernt sein. Es läßt sich nur relativ sagen, daß die Geschwindigkeiten der Aggregate erster Ordnung viel kleiner sind als die Geschwindigkeiten der isolierten Amere; daß die Grenzwerte für Aggregate erster Ordnung viel enger gezogen sind als für die isolierten Amere, und daß der Durchschnittswert für Aggregate erster Ordnung viel tiefer liegt als für isolierte Amere.

Die Aggregate erster Ordnung können untereinander verglichen und in drei Geschwindigkeitsklassen gebracht werden.

Die unterste Klasse enthalte so langsame Aggregate, daß sie sich gegenseitig im Falle des Zusammentreffens zu Aggregaten höherer Ordnung zu bannen vermögen. Die Aggregate dieser Klasse sollen „chemische Prothyleinheiten" genannt werden. In ihrer Gesamtheit bilden sie den Urstoff, das „Prothyl", πρώτη ὕλη, der noch nicht in Elemente differenziert ist, woraus aber die chemischen Atome und die chemischen Elemente geformt werden können. Durch die Aggregation zu chemischen Atomen wird der freie Urstoff dieser Klasse aufgebraucht.

Die nächst schnellere Geschwindigkeitsklasse der Aggregate erster Ordnung enthalte solche Aggregate, die so schnell sind, daß sie sich nur höchst ausnahmsweise und nur für kurze Zeit zu einem höheren Aggregate vereinigen, und fast so gut wie immer isoliert bleiben. Der Einfluß des einzelnen auf das andere einzelne sei außerhalb des Stoßes verschwindend klein. Ist aber eine große Menge von Aggregaten an einer Stelle des Weltraumes gehäuft, so vermögen sie sich zu einem kugelförmigen Umrisse zusammenzuhalten, indem das einzelne durch die Summe aller übrigen dem kugelförmigen Gebiete erhalten bleibt. Solche Kugeln können so groß sein wie ein ganzer Himmelskörper und selbst wie ein Sonnensystem, aber nicht größer. Diese Aggregate möchte ich die Elektrizitätsatome nennen, und die von ihnen gebildeten Häufungen die Elektrosphären der Himmelskörper.

Die schnellste Geschwindigkeitsklasse enthalte solche Aggregate, die sich infolge ihrer Eigengeschwindigkeit weder untereinander zu Aggregaten höherer Ordnung vereinigen, noch auch infolge ihrer geringen Amerenmasse sich zu Kugeln von der Größe eines Himmelskörpers zusammenhalten. Sie sind daher im ganzen Sternensysteme zwischen den Sonnensystemen und innerhalb eines jeden so gut wie gleichmäßig verteilt. Diese Aggregate würde ich mit den Lichtatomen identifizieren. Der Ausdruck ist gekürzt aus Lichtätheratom, beziehungsweise Lichtgasatom. Aber auch bei diesen Aggregaten kann das einzelne durch die Summe aller übrigen bestimmt werden, wenn nur diese Summe sehr groß wird. Daher können auch die „Lichtatome" zu einer Kugel zusammengehalten sein, in der der sichtbare Sternenhimmel eingebettet ist. Die Lichtatome sind dann nicht überall, sondern nur für kleinere Weltgegenden gleichmäßig verteilt.

Diese drei Klassen sind durch diese Leistungsunterschiede klar geschieden. Zwischen Lichtatomen und Elektrizitätsatomen gibt es nur einen quantitativen Unterschied, wenn man die Größe der Kugeln beachtet, zu denen sie sich vereinigen. Dieser Unterschied hat aber Folgen, und diese Folgen gestatten eine schärfere Unterscheidung. Das einzelne Aggregat einer Elektrosphäre wird nicht nur von der Summe der übrigen, sondern auch und stärker von den chemischen Aggregaten beeinflußt. Dadurch bilden sich Elektrosphären nicht nur um jeden Himmelskörper, sondern auch um jedes kleine Ding und selbst um jedes chemische Molekül herum. Diese kleinen Elektrosphären sind in der gemeinsamen großen des Himmelskörpers als Verdichtungsbezirke enthalten. Den Lichtaggregaten fehlt die Fähigkeit, um die chemischen Aggregate herum Lichtatomsphären zu bilden.

Es ist nicht notwendig, die Lichtatome und die Elektrizitätatome als Aggregate erster Ordnung zu konstruieren. Man kann auch eine Aggregation zweiter Ordnung annehmen, wodurch diese Einheiten Kugelform erhalten. Der monenergetische Standpunkt läßt in dieser Hinsicht den Hypothesen einen weiten Spielraum. Es ist nur erforderlich, daß die Aggregation nicht so weit konstruiert wird, daß schließlich Lichtelemente und Elektrizitätselemente angenommen werden

müssen. Eine höhere Aggregation, die aber die Differenzierung in Elemente vermeidet, hat den Vorteil, daß die Grenzen für die individuell ungleichen Geschwindigkeiten enger werden. Dadurch wird die Wellenkonstruktion erleichtert, weil sich reiner geschiedene Dichtigkeits-Maxima und Minima herausarbeiten lassen. Hingegen hat die höhere Aggregation unter Umständen den Nachteil, daß der Durchschnittswert der Geschwindigkeiten sinkt. Hier lasse ich die Hypothese offen, weil die Konstruktionen sich den Tatsachen retrospektiv anpassen müssen.

Natürlich kann man auch für die elektrische Materie eine höhere Aggregation konstruieren als für die Lichtmaterie, wenn die Tatsachen es gestatten, was nicht wahrscheinlich ist.

Vergleicht man das langsamste oder führende Amer der schnellsten Prothyleinheit mit dem führenden Amere des langsamsten Elektrizitätsatomes, so ist das führende Amer der Prothyleinheit langsamer. Vergleicht man das führende Amer des schnellsten Elektrizitätsatomes mit dem führenden Amere des langsamsten Lichtatomes, so ist das führende Amer des Elektrizitätsatomes das langsamere.

Da die führenden Amere immer auch die langsamsten und größten sind, so sind diese drei Geschwindigkeitsklassen auch zugleich Größenklassen. Das heißt, die Lichtatome sind aus den kleinsten vereinigungsfähigen Ameren gebaut, die Elektrizitätsatome aus größeren und die chemischen Prothyleinheiten aus den größten. Die frei fliegenden Uratome des Uräthers (Uratomenäthers) sind kleiner und schneller als die Lichtamere, und überhaupt nicht vereinigungsfähig.

Alle Amere, die im Inbegriff der chemischen Prothyleinheiten enthalten sind, können in verschiedener Weise vereinigungsfähig sein. Es kann sein, daß sich jedes Amer mit jedem zu vereinigen vermag. Dann gibt es für die Geschwindigkeitsklasse jener Amere, aus denen chemische Prothyleinheiten gebaut werden, nur eine einzige Vereinigungsklasse. Es kann aber auch sein, daß die langsamsten aller Amere sich mit den schnellsten nicht zu verbinden vermögen. Dann sind die Grenzen der Vereinigungsfähigkeit für das einzelne Amer enger gezogen als die Grenzen der Geschwindigkeitsklasse, woraus chemische Materie gebaut wird.

Die mittelbare Vereinigungsfähigkeit, die sofort erläutert werden soll, macht es wahrscheinlich, daß jedes Amer mit jedem Amer innerhalb dieser Geschwindigkeitsklasse vereinigungsfähig ist.

Sammeln sich einige Amere nacheinander in nicht zu großer Zahl an, so werden sie sich im Augenblicke der größten Annäherung zu einem Gebilde kugelförmigen Umrisses zusammenhalten, und das Ganze wird mit dem größten und langsamsten Amere vorangerichtet seine Eigenbewegung in gerader Eigenrichtung vollziehen. Die Richtung innerhalb der Geraden ist durch das langsamste oder „führende" Amer, durch den vorangerichteten „Pol" bestimmt.

An dieses Aggregat können sich viele andere Amere anhängen. Behandelt man das kugelförmige Gebilde mit dem führenden Amere als einen Punkt, so kann man den Anhang als einen Kugelsektor behandeln, der mit dem führenden Amere im Kugelzentrum vorangerichtet seinen Weg beschreibt. Tritt ein neues langsames Amer in den Schwarm ein, so wird das neue Amer zum führenden, wenn es langsamer ist als alle übrigen, die es vorfindet. Ist es nicht das langsamste, so rückt es in die Nähe des führenden. Die Figur ordnet sich von selbst derart, daß die langsamsten und größten Amere immer den Kern oder Ansatz bilden, der vorangerichtet ist, und die schnellsten und kleinsten den Schweif des Ganzen.

In einem derartig groß gewordenen Amere berührt sich nicht jedes Amer periodisch unmittelbar mit jedem. Das ganze Gebilde ist der Größe der Amere nach differenziert. Es bleibt aber möglich, daß sich sämtliche Amere periodisch zugleich mittelbar berühren und derart ein Verdichtungsmaximum mit einem Lockerungsmaximum abwechselt.

Durch diese Schweifbildungen werden die Grenzen der Vereinigungsfähigkeit sehr weit gedehnt. Ist zum Beispiel a mit e im Kerne noch vereinigungsfähig, nicht mehr aber mit f, und ist e mit k noch vereinigungsfähig, so kann a durch Vermittlung von e noch mit k mittelbar vereinigt bleiben.

Das Aggregat hat zwei periodisch wechselnde Zustände: die zentripetale Zeit der Annäherung und Volumsverkleinerung, und die zentrifugale Zeit der Entfernung und Volumsvergröße-

rung. Das Aggregat hat als Spielbezirk von Ameren keine starre Gestalt, sondern nur Gestaltsphasen. Die Ausdrücke kugelförmiger Aggregationskeim und Kugelsektor beziehen sich nur auf die Phase der größten Verdichtung.

In der zentripetalen Zeit des Aggregates werden alle von außen kommenden Uratome absorbiert, weil sie einholend an die zentripetal gehenden Amere herankommen. In der zentrifugalen Zeit werden alle Uratome, die herankommen, remittiert, und die absorbiert und gefangen gewesenen frei gelassen. Ein Aggregat erster Ordnung pulsiert gewissermaßen. Die Uratome, die von ihm ausgesendet werden, gehen nicht nur vom Zentrum des Aggregates aus radiiert weiter; es entsteht innerhalb der Radiation auch eine Undulation. Durch die Pausen der Emission und der Remission entstehen verdünnte Stellen zwischen den Verdichtungsmaximen, die den Emissionszeiten entsprechend hintereinander herziehen. Es entstehen longitudinale Wellen aus Uratomenhäufungen. Die Schwingungszahl, das heißt die Zahl der Verdichtungsmaxima, die in der Zeiteinheit dieselbe Raumstelle passieren, entspricht der Schwingungszahl des Aggregates, das heißt der Zahl der Volumsmaxima in der Zeiteinheit. Die Radiationen und Undulationen erfolgen vom einzelnen Amere aus. Da die einzelnen Amere zum führenden Amere oder zum Pole des Aggregates zentripetal und zentrifugal gerichtet sind, und die Emissionen und Remissionen nur periodisch einseitig von der vorangehenden Seite aus erfolgen, so stimmen diese Radiationen und Undulationen in der Annäherung des Resultates so zusammen, als gingen sie vom Pol des Aggregates aus.

Ein vielameriges Aggregat erster Ordnung hört zu wachsen auf, wenn die Zahl der noch freien größeren Uratome im Laufe der Zeit abgenommen hat. Die Aggregationen beginnen in vielen Weltpunkten und zu verschiedenen Zeiten unabhängig voneinander. Sie nehmen sich gegenseitig die Zuwachsmöglichkeiten weg. Dadurch nimmt das Wachstum der Aggregate erster Ordnung ein Ende in der Zeit.

Größere Aggregate erster Ordnung der früher beschriebenen Sektorenform, die aus vielen Schichten auf der Rückseite eines kugelförmigen Umrisses des ersten Ansatzes bestehen, können sich beim Zusammentreffen nicht mehr vereinigen.

Den Stoß der Aggregate erster Ordnung darf man nämlich nicht nach den Stoßregeln für elastische und unelastische Körper behandeln, weil diese Aggregate nicht feste Dinge sind, sondern wandelnde Spielbezirke mit lebhafter Innenbewegung und wandelbarer Form. Vor dem Stoße werden die sich nähernden Aggregate jedes in seiner Richtung mit dem größten und langsamsten, dem „führenden“ Amere voran gerichtet sein. Bevor noch die Berührung der Aggregate erfolgt, werden die Aggregate sich durch ihre Radiationen in die Richtung eines geraden Stoßes gebracht haben, falls sie nicht von Anfang an in einer solchen Richtung herankamen. Das ist etwas, was mit Billardkugeln nicht verglichen werden kann. Zwischen Aggregaten erster Ordnung gibt es nur Bereitschaft zum geraden Stoße in entgegengesetzter und in einholender Richtung. Die Richtungen nach der Umkehr sind auch hier andere als vor der Umkehr, wenn die Aggregate schief aneinander gekommen sind; aber nicht weil in einem Stoße die Richtungen gedreht wurden, sondern weil die Richtungen vor der Umkehr und vor einem möglichen Stoße gedreht wurden.

Der Stoß selbst im Sinne einer tatsächlichen Berührung der Aggregate mit auch nur einem Amere jeder Seite unterbleibt. Es kommt zu einer Umkehr vor einem Stoße.

Stellen wir uns zwei breite Kugelsektoren vor, die mit den „führenden“ Zentren einander entgegenrücken. Die führenden Amere richten sich gegenseitig in die Lage zum geraden Stoße; dadurch richten sich auch die Sektoren entsprechend.

Die Seitenteile der Sektoren stehen sich jetzt gerade gegenüber. Die darin enthaltenen Amere werden nicht nur gegen ihr führendes Amer gelenkt, sondern auch gegen die gegenüberstehende Amerenmenge des fremden Aggregates. Sie beginnen daher auch diesem entgegenzugehen. Dadurch „umwallen“ sie ihr eigenes führendes Amer. Da sie schneller gehen als dieses, so sind sie durch die Umwallung an die Spitze des Aggregates getreten.

Durch diese Strukturänderung ist die Eigenrichtung umgelegt worden. Das Aggregat geht immer nach jener Richtung, wo sich das größte und langsamste Amer befindet. Dieses Amer tritt nicht an die Spitze des Zuges, sondern der Zug hat dort

seine Spitze, wo sich das größte Amer befindet. Durch die „Umwallung" hat eine Aggregation der anderen das führende Amer an eine andere Stelle geschoben, und dadurch die „Bewegung erzeugende Struktur" umgelegt. Die Aggregate bewegen sich jetzt mit ihrer Eigengeschwindigkeit auseinander, bevor es zum Stoße gekommen ist.

Der Stoß zwischen Aggregaten erster Ordnung kann daher nicht durch eine Kopierung des Stoßes zwischen festen Körpern konstruiert werden. Aggregate erster Ordnung verhalten sich auch anders als Uratome. Uratome beeinflussen sich nicht in der Richtung ihrer Bahnen vor dem Stoße. Sie berühren sich und kehren entweder um, oder sie durchdringen sich nur infolge der Berührung.

Jede Baustufe der Materie verlangt eine andere Stoßregel, und jede muß aus dem Zusammenwirken von vielen Urstößen ableitbar sein.

Uratome haben keine Stoßzeit, weil die Richtungen in allen Punkten der mittelbar oder unmittelbar berührten Uratomenmasse zugleich gedreht wird. Bei Aggregaten erster Ordnung erfolgt die Umkehr binnen jener endlichen Zeit, die zur Umwallung erforderlich ist.

Treffen zwei ungleich große Amere zusammen, so wird das kleinere Amer rascher die Umwallung erfahren als das größere. Die Umwallung beruht einseitig auf der Radiation, die von dem fremden Aggregate ausgeht. Die Umwallung wird im großen Aggregate geringfügig sein oder ganz unterbleiben, wenn das entgegenkommende Aggregat sehr klein ist, und daher nur schwach radiiert. Es handelt sich hier nicht um eine wechselseitige Anziehung zwischen zwei Punkten aus der Ferne, sondern um die Summierung von zwei einseitig eingeleiteten Bewegungen, deren Geschwindigkeiten ungleich sind, sobald die radiierenden Systeme ungleiche Amerenmassen haben.

Das kleinere Aggregat wird daher bereits durch Umwallung und Umlegung der Struktur umgekehrt sein, während das größere Aggregat noch immer seinen Weg in der ursprünglichen Richtung fortsetzt. Ist das kleinere Aggregat sehr schnell, so wird es durch die Radiation des größeren nicht mehr zurückgebracht werden, sondern aus der Nähe des größeren verschwinden.

Ist der Größenunterschied zwischen beiden Aggregaten nicht so groß, so werden sich beide Aggregate gegenseitig zur Umkehr bringen, ohne sich berührt zu haben. Das kleinere Aggregat wird früher umkehren als das größere, weil seine Umwallung schneller erfolgt.

Das größere Aggregat muß nicht auch das langsamere sein, denn es kann aus sehr ungleich schnellen Ameren zusammengesetzt sein. Es ist daher auch möglich, daß ein kleines langsames Aggregat von einem großen schnellen eingeholt wird. In diesem Falle vermag das kleine Aggregat nicht zu entkommen. Es verschmilzt mit dem größeren und das langsamste unter allen Ameren der neuen Aggregation übernimmt die Führung des Ganzen.

Das kleinere und zugleich langsamere Aggregat entgeht also seinem Schicksale der Verschmelzung mit einem größeren und zugleich schnelleren Aggregate nicht. Es ist gleichgültig, ob es von einem größeren schnelleren gerade oder von der Seite her eingeholt wird, oder ob es einem größeren schnelleren gerade oder schief entgegengeht, umkehrt und dann ebenfalls eingeholt wird.

Das kleinere und hinreichend schnellere Aggregat entkommt dem größeren langsameren.

Alle kleineren und dabei langsameren Aggregate, für die es schnellere große und daher verschmelzungsfähige gibt, werden im Laufe der Zeit durch Verschmelzung mit diesen verschwinden. Die neuen Aggregate werden größer und langsam sein.

Das Ergebnis dieser Auslese besteht darin, daß nur solche Aggregate übrig bleiben, die in der Größe nicht sehr ungleich sind, so daß sie sich gegenseitig zur Umkehr bringen, und solche andere, die zwar in der Größe sehr ungleich sind, aber das größere Volumen mit der kleineren Geschwindigkeit und das kleinere Volumen mit der größeren Geschwindigkeit vereinigen.

Sobald diese Auslese zu Ende ist, werden sich die Aggregate nach dem sogenannten Stoße entweder für immer verlassen, oder zu Aggregaten höherer Ordnung gebannt halten, in keinem Falle aber zu voluminöseren Aggregaten erster Ordnung verschmelzen.

Alle verschmelzungsfähigen Aggregate erster Ordnung wer-

den daher im Laufe der Zeit verschmolzen werden. Dadurch setzt das Wachstum der Aggregate erster Ordnung sich selbst eine Grenze.

Die übrig bleibenden Aggregate sind also zunächst solche, die einander nicht zu Aggregaten höherer Ordnung zusammenhalten können, weil sie ihren gegenseitigen Radiationsbezirken zu schnell entkommen. Das sind die Lichtatome und die Elektrizitätsatome. Sie stehen nicht auf derselben Baustufe wie die chemischen Atome, sondern eine oder zwei Stufen tiefer. Sie sind hier als Aggregate erster Ordnung aufgefaßt. Sie können auch als Aggregate zweiter Ordnung in Kugelform konstruiert werden, während die Atome der chemischen Materie mindestens dritter Ordnung sind. Die anderen Aggregate erster Ordnung vermögen einander zu höheren Aggregaten zusammen zu halten, weil sie schwerer und langsamer sind. Sie sind in ihrer Gesamtheit der noch nicht in Elemente differenzierte Urstoff, das Prothyl (πρώτη ὕλη), aus dem die chemischen Elemente nach Einschaltung einer Zwischenstufe gebaut werden können.

Aus der Entstehungsart der Aggregate folgt, daß ein „Aggregat“ im Gegensatze zur „Ballung“ der Uratome kein Ding ist, sondern ein Spielbezirk, worin beisammen bleibende Uratome von- und zueinander gehen, die in Hinsicht auf das Zusammenbleiben „Amere eines Aggregates“ genannt werden können.

Die Aggregate erster Ordnung sind, sobald die Verschmelzungsmöglichkeiten der Welt erschöpft sind, weder eines Wachstums durch Verschmelzung noch einer Teilung fähig. Die Unteilbarkeit ist nicht Unteilbarkeitsenergie, sondern nur ein tatsächliches Nichtgetrenntwerden. Es ist unmöglich, durch Aggregatenstöße den Schwarm auseinanderzubringen.

Die Ungeteiltheit ist nur eine Folge der Aggregation. Die einzelnen Uratome, die jetzt in der Aggregation Amere heißen, waren ursprünglich nach dem Urstoßgesetze teilbar und sie sind möglicherweise vor dem Eintritte in die Aggregation als Teilungsergebnisse größerer Uratome entstanden.

Trotz der Aggregation und trotz der Unteilbarkeit ist weder das Lichtatom, noch das Elektrizitätsatom, noch die Prothyleinheit vor dem Untergange geschützt. In verdünntem Uratomenäther muß sich schließlich jede Aggregation unter Erreichung

der höchsten Temperatur auflösen, da nichts mehr da ist, was die Amere zu Aggregaten zusammentreibt und zusammenhält.

Jedes Aggregat hat neben seiner translatorischen Geschwindigkeit eine periodische Innenbewegung der Amere gegeneinander, die man die Wärme dieses Aggregates nennen kann. Diese Innenbewegung ist nichts anderes als die Brechung und Einwicklung der Eigengeschwindigkeiten und Eigenbewegungen der Amere. Sie ist daher eine dem Aggregate eigentümliche Eigenwärme, die von außen gestört aber nicht dauernd verändert werden kann, weil sie sich immer wieder von selbst herstellen muß.

Diese Eigenwärme hängt von der Zahl der Uratome ab, die in der Zeiteinheit das Bewegungsspiel des Aggregates ermöglichen. Wird die Zahl der Uratome größer, so werden die Radiationen besser, das Volumen des Spielbezirkes wird kleiner, weil die Amere schärfer gegeneinander getrieben und früher zur Umkehr gebracht werden. Die Weglängen innerhalb des Spielbezirkes werden kürzer. Hingegen nähert sich mit abnehmendem Gehalt an durchdringenden Uratomen das Aggregat jener Grenzgeschwindigkeit, wo das langsamste Amer überhaupt niemals umkehrt, und das ganze Aggregat mit der Geschwindigkeit des langsamsten Ameres vom Platze rückt. Man kann daher die Aggregate mit hohem Gehalte an durchdringenden Uratomen kalt nennen. Ein Zuwachs von Uratomen bedeutet für das Aggregat einen Zuwachs an Wärmeverlust. Die Eigenwärme ist korrelativ zur Dichte der enthaltenen Uratomenzahl, und daher nur für einen gleichen Gehalt an durchdringenden Uratomen oder für gleiche Uratomätherdichten konstant.

Entzieht man dem Aggregate einen Teil der Uratome, so tritt von dem Genannten das Gegenteil ein. Ein Verlust an Uratomen bedeutet für das Aggregat eine Steigerung seiner Eigenwärme und zugleich eine Steigerung seiner translatorischen Eigengeschwindigkeit, was zunächst paradox scheint.

Daher ist auch die Vereinigungsfähigkeit von Ameren zu einem Aggregate erster Ordnung korrelativ zu seiner Temperatur. In einem sehr verdünnten Uratomenäther löst sich jede Aggregation wieder in die Uratome auf, wobei sie die höchst mögliche Temperatur erreicht. Die frei fliegenden Uratome sind

weder warm noch kalt. Auf sie läßt sich der Begriff der Wärme und der Kälte nicht anwenden, weil sie keine Innenbewegung haben, sondern die Innenbewegungen der Aggregate erzeugen.

Die Wärme, die ein Aggregat besitzt, ist von der Wärme des Raumes verschieden, worin es sich bewegt. Sind relativ viele Uratome, die dem Aggregate entzogen wurden, in dem Raume der Umgebung, so ist dieser Raum kälter, und das Aggregat wärmer. Sind relativ wenige Uratome im Raume der Umgebung, und relativ viele im Aggregate, so ist das Aggregat kälter und der Raum der Umgebung wärmer.

Jedes Aggregat erster Ordnung und überhaupt jedes Aggregat ist in der Emissionsphase wärmer (der Uratomengehalt sinkt) und in der Absorptionsphase kälter (der Uratomengehalt steigt). Die Eigenwärme ist periodisch veränderlich.

24. Unterschied zwischen Äther und Gas erster Ordnung. — Die Gaskugel aus Gas erster Ordnung.

Es wird Aggregate erster Ordnung geben, die sich nicht zu Aggregaten höherer Ordnung vereinigen, wenn sie sich in der Verfolgung ihrer Bahnen unabhängig voneinander getroffen haben, weil die Eigengeschwindigkeit auf beiden Seiten oder mindestens auf einer Seite zu groß ist, um eine dauernde Bannung durch die Radiation der Uratome zu ermöglichen. Solche Aggregate wird es zu jeder Weltzeit geben, wenn überhaupt einmal Aggregate erster Ordnung gebildet sind.

Außerdem wird es in Weltzeiten, die für unseren Planeten längst vorüber sein müssen, auch Aggregate erster Ordnung geben, die nur deshalb nicht zu Aggregaten höherer Ordnung vereinigt sind, weil sie bisher noch nicht mit solchen zusammengetroffen sind, mit denen sie vereinigungsfähig sind. Da sich die einzelnen Aggregate erster Ordnung aus der Ferne nicht anziehen und noch weniger aus der Ferne eine Wahl in der Anziehung treffen können, so müssen die vereinigungsfähigen Aggregate ihre Zeit abwarten. Erst eine günstige Lage der Bahnen und der Orte in den Bahnen ermöglicht die Vereinigung.

Es sei nun in einem großen Weltraumteile eine große Menge von Aggregaten erster Ordnung gegeben, und in einen größeren

Raum eingebettet, worin sich freifliegende Uratome befinden, die zu klein und zu schnell sind, um jemals Aggregate erster Ordnung zu bilden. Die erwähnte Menge von Aggregaten enthalte sowohl vereinigungsunfähige Aggregate als auch vereinigungsfähige, die nur zur Zeit noch nicht zur Vereinigung gelangt sind.

Das einzelne Aggregat ist durch das nächste einzelne nicht stark genug beeinflußt, um zu ihm hin durch die freifliegenden Uratome gestoßen zu werden. Es ist so gut wie gänzlich außerhalb des Radiationsbezirkes des nächsten einzelnen und um so mehr außerhalb des Radiationsbezirkes eines beliebig anderen entfernteren einzelnen. Das einzelne Aggregat gelangt zum nächsten nur durch die günstige Lage der Bahnen und erst in sehr großer Nähe beginnt die Radiation des einzelnen zu wirken.

Nichtsdestoweniger wirkt die Summe der außerordentlich vielen Aggregate auf das einzelne, wenn die vielen im Raume genügend gehäuft sind, und wenn sich die Wirkungen aller anderen auf das einzelne nicht aufheben.

Stellen wir uns ein Aggregat erster Ordnung vor, das sich soeben an der Grenze jenes Weltraumteiles befindet, wo die Aggregate erster Ordnung aufhören, und nur mehr freifliegende kleine und schnelle Uratome anzutreffen sind. Von der einen Seite des Weltraumes kommen die Uratome in unverminderter Zahl heran. Auf der anderen Seite befindet sich die weit zerstreute Menge von Aggregaten, und zwischen diesen natürlich auch freifliegende Uratome.

Diese Aggregatenmenge läßt viele Uratome zwischen den Aggregaten eintreten und austreten. Viele Uratome durchdringen auch die einzelnen Aggregate und bei günstiger Orientierung der Richtungen sogar die einzelnen Amere. Es werden aber auch viele Uratome zurückgeworfen, die in den Weltraum zurückkehren, ohne in die Aggregatenmenge tief eingedrungen zu sein. Manche Uratome werden auch in der Absorptionsphase der Aggregate von diesen eingefangen und ein Teil von ihnen wird in der Emissionsphase in jene Weltgegend zurückgeschickt, aus der sie hergekommen sind. Die Aggregatenmenge kann daher die Zahl der Uratome für dieses einzelne Aggregat gewiß nicht vermehren, wohl aber vermindern, und sie muß sie vermindern.

Ist die Aggregatenmenge unregelmäßig geformt, so wird jedes Aggregat an der Oberfläche der Häufung um so mehr nach dem Mittelpunkte dieser Menge gestoßen, je weiter es vom Mittelpunkte entfernt ist, bei durchschnittlich gleicher Verteilung der Aggregate. Das heißt, die beliebig hingeworfene Menge wird sich selbst mit Hilfe der freifliegenden Uratome zu einer Gaskugel formen.

Bei gleichmäßiger Verteilung der Aggregate im unendlichen Raume wird keine Kugel entstehen. Wird aber die Verteilung infolge der Eigengeschwindigkeiten und Eigenrichtungen ungleichmäßig, so kann überall dort eine Kugel entstehen, wo eine Verdichtungsstelle von einer Verdünnungsstelle umgeben ist.

Die Gaskugel schickt an ihrer Oberfläche mehr Uratome zurück als sie eindringen läßt. Die im Innern der Gaskugel befindlichen Uratome gelangen früher oder später wieder aus der Kugel hinaus. Das Innere wird immer vom neuen durch Uratome versorgt, die von außen her in die Gaskugel eindringen. Für ein Uratom im Innern der Kugel ist die Schwierigkeit herauszugelangen nicht größer als die Schwierigkeit hineinzukommen. Das Innere der Gaskugel wird daher immer relativ ärmer an Uratomen sein als der umgebende Weltraum.

Das Aggregat erster Ordnung, das sich soeben an der Oberfläche der Gaskugel befindet, wird durch diese ungleichmäßige Verteilung der Uratomenstöße in seiner geradlinigen Eigenrichtung gestört. Die Richtung wird wiederholt gebrochen. Sie kann für die Rechnungszwecke als eine krumme Linie behandelt werden, obwohl sie in Wirklichkeit eine gebrochene Gerade bleibt. Das Aggregat erster Ordnung wird nicht in einer Tangente zur Kugel gehen, sondern eine im Umrisse krumme Bahn in die Gaskugel hinein, und niemals aus der Gaskugel heraus beschreiben. Die Geschwindigkeit bleibt die Eigengeschwindigkeit. Die Richtung resultiert aus der Eigenrichtung und aus dem Einflusse der Gaskugel, der so wirkt, als käme er aus dem Zentrum der Gaskugel.

Befindet sich das Aggregat im Mittelpunkte der Gaskugel, so ist seine Richtung durch die Gaskugel nicht mehr beeinflußt, weil die asymmetrische Verteilung der Uratomenstöße aufgehört hat. Sie ist gegenüber dem Kugeleinflusse beliebig und von dem letzten Zusammenstoße mit einem anderen Aggregate erster

Ordnung abhängig, wo die die Bewegung richtende Struktur geändert oder umgelegt wurde. Die Bahn der Eigengeschwindigkeit wird geradlinig sein.

Für alle Orte zwischen dem Zentrum und der Oberfläche der Gaskugel werden die Bahnen um so stärker gekrümmt werden, je mehr die Eigenrichtung vom Radius der Gaskugel abweicht, und je kleiner die Entfernung des Ortes von der Oberfläche ist.

Die Eigengeschwindigkeit wäre vom Orte in der Gaskugel unabhängig und konstant, wenn nicht die Aggregate im Innern der Kugel wärmer wären, weil sie dort einen geringeren Uratomengehalt besitzen und von weniger Uratomen getroffen werden. Die äußeren Schichten der Gaskugel verursachen für die inneren einen Verlust an Uratomen. Die Eigengeschwindigkeit ist daher mit dem Orte in der Gaskugel variabel, weil sie zusammen mit der Eigenwärme variabel ist, die wiederum von dem Orte in der Gaskugel mit abhängt.

Geht ein Aggregat erster Ordnung im Radius der Gaskugel zentrifugal, so erfährt es durch die ungleichmäßige Verteilung der Uratomenstöße eine Verminderung der Eigengeschwindigkeit. Diese Verminderung ist um so ausgiebiger, je näher das Aggregat erster Ordnung an die Oberfläche der Gaskugel herankommt. Geht das Aggregat zentripetal, so erhält es einen positiven Zuwachs zur Eigengeschwindigkeit, der wiederum um so ausgiebiger ist, je näher das Aggregat der Kugeloberfläche ist. Im Zentrum der Gaskugel ist die Eigengeschwindigkeit, was diese Ursache betrifft, unverändert. Unter Verminderung der Eigengeschwindigkeit und unter Zuwachs zur Eigengeschwindigkeit ist hier nicht eine negative oder eine positive Beschleunigungserteilung aus der Ferne gemeint, sondern nur ein langsameres oder schnelleres Vorwärtskommen durch die Differenz der Weglängen, die nach einer Richtung in der Länge und in der Zeitdauer begünstigt sind, ohne daß die Eigengeschwindigkeit für den echten einzelnen Weg des einzelnen Ameres eine andere würde. Die Wege sind nach entgegengesetzten Richtungen hin und her möglich; teils gerade, teils schief entgegengesetzt.

Die Aggregate erster Ordnung haben daher bereits die Fähigkeit, innerhalb ihrer Gaskugel zum Zentrum zu fallen, obwohl die Amere dieser Aggregate schwerlos sind und isoliert ge-

nommen schwerlos bleiben. Es wird keine Energie der Schwere eingeführt.

Dieser Fall der Aggregate erster Ordnung innerhalb ihrer Gaskugel hat Ähnlichkeit mit dem Falle fester Körper, und wiederum auch nicht. Man kann ihn damit vergleichen, wie man etwa ein Infusorium mit einem Vertebraten vergleichen kann. Der Fall dieser Aggregate hat einen anderen Charakter. Er ist vor allem weit einfacher als der Fall fester Körper.

Der Zuwachs zur Eigengeschwindigkeit, der von der Gaskugel herrührt, ist vom Orte der Gaskugel allein abhängig. Wenn ein Aggregat erster Ordnung diesen Ort passiert, so erhält es den diesem Orte entsprechenden Zuwachs zur Eigengeschwindigkeit. In zentripetaler Richtung ist der Zuwachs positiv, in zentrifugaler negativ zu nehmen. Ob das Aggregat schon vorher in zentripetaler Richtung bewegt war, oder ob es erst in diesem Punkte zu fallen beginnt, ist gleichgültig. Das Aggregat hat immer, wenn es diesen Punkt passiert, den zu diesem Punkte gehörigen und für diesen Punkt unveränderlichen Zuwachs zur Eigengeschwindigkeit.

Das ist bei einem festen freifallenden Körper anders. Hier ist es nicht gleichgültig, ob der Körper aus einer Höhe von einem Meter zu fallen beginnt, oder ob er schon zehn Meter tief gefallen ist, wenn er diesen Punkt passiert. Für das Aggregat erster Ordnung gibt es kein g, und kein $s = \frac{gt^2}{2}$. Die Geschwindigkeit eines Aggregates erster Ordnung ist von der Fallzeit und von dem Anfangspunkte der Fallbahn unabhängig. Das Aggregat ist immer mit seiner Eigengeschwindigkeit bewegt, und nur der Zuwachs zur Eigengeschwindigkeit ist mit dem Orte der Gaskugel veränderlich, und bei der Größe der Gaskugel für relativ große Ortsunterschiede so gut wie Null, die für den Fall fester Körper schon eine bedeutende Rolle spielen.

Bewegt sich ein Aggregat erster Ordnung nicht im Radius der Gaskugel, so ist die Veränderung des Zuwachses um so kleiner, je mehr sich der Winkel der Bahn mit dem Radius einem Rechten nähert.

Zwischen dem freien Fall fester Körper zur Erde und dem Falle der Aggregate erster Ordnung innerhalb ihrer Gaskugel

besteht sogar ein Gegensatz. Während der feste Körper immer schneller wird, je näher er der Erde kommt, wird der Zuwachs zur Eigengeschwindigkeit des Aggregates erster Ordnung immer kleiner, je näher das Aggregat dem Zentrum der Gaskugel rückt. Die Geschwindigkeit des fallenden Aggregates erster Ordnung wird verzögert, bis die reine Eigengeschwindigkeit übrig bleibt. Die Geschwindigkeit des fallenden festen Körpers wird beschleunigt.

Den drei Klassen von Aggregaten erster Ordnung entsprechend wird es auch drei Arten von Gaskugeln aus Aggregaten erster Ordnung geben. Diese Gaskugeln können unabhängig voneinander in verschiedenen Orten des unendlichen Uratomenäthers zu verschiedenen Zeiten entstanden sein.

Die aus Lichtatomen oder „aktinischen" Atomen gebildeten Kugeln werden so groß angenommen werden müssen, daß alle uns sichtbaren Sterne in eine einzige Lichtatomenkugel eingebettet sind. Das ist eine einzige endliche Lichtgaskugel (Gaskugel aus Lichtatomen) aus unendlich vielen möglichen, die für einander unsichtbar bleiben, weil zwischen ihnen keine Lichtstrahlen möglich sind.

Innerhalb dieser Lichtgaskugel gab es vielleicht viele Verdichtungsstellen, worin die chemischen Prothyleinheiten der höheren Aggregation zugeführt wurden. Dadurch sind in die einzelne Lichtgaskugel außerordentlich viele Sonnensysteme in endlicher Zahl eingebettet. Diese kleineren Kugeln, die aus Prothyleinheiten bestehen, kann man Prothylgaskugeln nennen, solange die Prothyleinheiten noch nicht zu höheren Aggregaten und schließlich zu Molekülen vereinigt sind. Das Prothylgas ist noch nicht in Elemente differenziert.

Es ist ein Urzustand denkbar, worin das Lichtgas mit dem Prothylgas gemengt ist. Es ist denkbar, daß sich das Prothylgas erst später in viele Prothylkugeln sondert, indem viele Kondensationskeime unabhängig voneinander wirken. Kondensationskeim heißt hier eine Stelle, die durch die Konstellation der Bahnen der Amere für das Zusammentreffen einiger Amere begünstigt ist.

Die Prothylgaskugeln wachsen durch das Zusammentreffen vieler kleiner Kugeln, wenn diese sich gegenseitig aus genügender Nähe durch die Summe der Abschirmungen der Uratome zu-

sammenzutreiben vermögen. Eine kleine Gaskugel kann durch die summierte Wirkung vieler anderer aus größerer Entfernung gelenkt werden. Solange eine Gaskugel nicht von außen durch die Abschirmungen einer anderen in Rotation und in Revolution versetzt wird, wächst sie so lange, als Aggregate genügend nahe vorhanden sind, um von der Gesamtabschirmung der Gaskugel ergriffen zu werden.

Die Elektrizitätsmaterie wird die Prothylgaskugeln teils durchdringen, teils als Elektrosphäre umgeben, und dadurch ebenfalls in die große Lichtgaskugel eingebettet sein.

Die Lichtatome oder die „aktinischen" Atome müssen daher nicht die Unendlichkeit des Weltraumes erfüllen. Wenn die uns sichtbare Welt in eine Lichtgaskugel eingebettet ist, dann ist außerhalb der Kugel eine undurchdringliche Finsternis, die nur von Uratomen durchflogen wird. Wenn in so gut wie unermeßlicher Ferne eine zweite Lichtkugel schwebt, die wiederum eine Welt in sich enthält, dann ist diese zweite Welt für uns unsichtbar, weil kein Lichtstrahl von ihr zu uns dringen kann.

Die Dichte der Lichtatomenkugel wird vom Zentrum zur Oberfläche abnehmen. Da unser Sonnensystem nur ein Pünktchen in dieser Lichtatomenkugel ist, so vermögen wir weder an der Erdoberfläche noch auch innerhalb des Sonnensystemes einen Unterschied der Dichte zu entdecken.

Was wir die Welt nennen, ist möglicherweise nur eine Einheit aus einer Unendlichkeit von Welten, deren jede in eine andere Lichtatomenkugel eingebettet ist, und die in dem unermeßlichen finsteren, undurchleuchteten Raume schweben.

Wer nach der Unendlichkeit oder Endlichkeit der Welt fragen wollte, der müßte vorher wissen, ob der Lichtäther die Unendlichkeit der Welt gleichmäßig durchdringen kann.

Den Begriff der Gaskugel aus Aggregaten erster Ordnung kann man benützen, um mit seiner Hilfe den Äther zu definieren. Materielle Teilchen, die sich auch in der größten Menge nicht zu einem kugelförmigen Umrisse zu formen vermögen, nenne ich in ihrer Gesamtheit einen Äther im Gegensatze zu einer Gaskugel.

Dieser Bedingung entsprechen nur die kleinsten und schnellsten Uratome, denn diese haben nichts Kleineres und Schnelleres unter sich, wodurch sie zu einer Gaskugel zusammengetrieben

werden könnten. Sie selbst sind dasjenige, wodurch alles andere zusammengetrieben wird. Ihre Bahnen werden radiiert; sie selbst können keine Bahnen radiieren, weil sie zu klein sind, um von anderen Einheiten in größerer Zahl gleichzeitig durchdrungen zu werden.

Die Gesamtheit aller freifliegenden Uratome ist nach dieser Definition ein Äther, und zwar der einzige, den es gibt, der Uratomenäther oder kürzer der Uräther. Die Uratome allein fliegen von Welt zu Welt, von Sternensystem zu Sternensystem.

Die gesamte übrige Materie fällt nach dieser Definition nicht unter den Begriff des Äthers, sondern unter den Begriff der aggregierten beziehungsweise aggregierbaren Materie. Zu dieser Materie gehört dann dasjenige, was vom Standpunkte einer anderen Definition der Lichtäther genannt wird, ferner die den elektrischen Erscheinungen zu Grunde liegende Elektrizitätsmaterie und endlich die sogenannte chemische Materie.

Statt Lichtäther möchte ich künftighin „aktinische Materie“ sagen in Hinsicht auf die Erscheinungen der strahlenden Energie; statt Elektrizitätsmaterie „keraunische Materie“ in Hinsicht auf den elektrischen Funken und insbesondere auf die Erscheinung des Blitzes (κεραυνός); „chemische Materie“ endlich würde ungefähr denselben Bedeutungsumfang haben wie ponderable Materie im älteren Sinne.

Diese drei Gruppen der Materie sind alle in den letzten Teilchen oder Ameren ganz gleich imponderabel und schwerlos. Sie stimmen hierin sogar mit den Uratomen überein.

Untereinander unterscheiden sie sich lediglich durch die Raumgröße der Amere. Dieser Raumgröße (Amerenmasse) ist infolge der Gleichheit aller Bewegungsgrößen die Eigengeschwindigkeit verkehrt proportioniert. Je kleiner die Eigengeschwindigkeit, desto größer ist die Fähigkeit, Aggregate höherer Ordnung zu bilden.

Aus den Folgen dieser Größenunterschiede und aus nichts anderem ergibt sich die Einteilung und Selbstdifferenzierung der Materie. Es ist also ein Dualismus hinsichtlich des angenommenen Stoffes vermieden.

Die kleinsten und schnellsten Einheiten, die freibleibenden Uratome, sind infolge ihrer hohen Eigengeschwindigkeit über-

haupt keiner Aggregation fähig. Sie bilden in ihrer Gesamtheit den einzigen Uratomenäther, der sich nicht zu einer Ätherkugel zu formen vermag, weil nichts Kleineres und Schnelleres da ist, das den Äther zusammentreiben könnte. Nennt man die Selbstformung zu einer kugelförmigen Anhäufung im Gegensatze zur Aggregation eine Agglomeration, so kann man sagen, es gehöre zur Definition des Äthers, daß er nicht agglomerierbar sei.

Die gesamte übrige Materie ist agglomerierbar. Sie besteht aus den größeren und daher langsameren Uratomen, die im Zustande der Aggregiertheit „Amere" heißen mögen. Die Aggregate erster Ordnung sind durchaus agglomerierbar. Da diese Agglomerate durchaus die Eigenschaften eines Gases haben, sobald man sie im monenergetischen Sinne konstruiert hat, so werden sie auch Gase zu nennen sein.

Auf der ersten Stufe der Aggregation wird dann dreierlei Gas zu unterscheiden sein: das aktinische, das keraunische und das chemische Gas.

Das aktinische Gas entspricht dem Platze, den die Materie für strahlende Energie einzunehmen pflegt, oder der sogenannte Lichtäther, der hier eigentlich ein Lichtgas genannt werden müßte, beziehungsweise das feinste Gas als Träger der Erscheinungen der verschiedenen Formen der strahlenden Energie.

Das keraunische Gas entspricht ungefähr dem Platze, den in früherer Zeit das Franklinsche Fluidum eingenommen hat, und außerdem dem Fluidum des Galvanismus und Faradismus der älteren Annahmen.

Das chemische Gas entspricht der ponderablen physikalisch-chemischen Materie in einem noch nicht in Elemente differenzierten Zustande. Daher kann man hier noch nicht von den Gasen, sondern nur erst von dem Gase reden, das als der Urstoff für die chemischen Elemente das Prothyl heißen möge.

Alle diese Gase sind in einer vielleicht unendlich großen Zahl von Gaskugeln oder Agglomeraten gegeben.

Die aktinischen Kugeln sind weitaus größer als die keraunischen und chemischen. Die Gesamtheit der uns sichtbaren Sterne ist in eine einzige aktinische Kugel eingebettet; alle übrigen aktinischen Kugeln des Weltalls sind uns unsichtbar, weil die strahlende Energie nicht zu uns zu gelangen vermag.

Unsere aktinische Kugel ist so groß, daß man sie zwar nicht in der Theorie, wohl aber in der Praxis als einen Äther, als den Äther für strahlende Energie behandeln darf, und von der für das menschliche Auge wichtigen Form dieser Energie her auch kurzweg den Lichtäther nennen kann.

Die Kugeln der chemischen Materie erscheinen uns bereits auf höheren Aggregationsstufen als Himmelskörper. Diese Kugeln sind in großer aber endlicher Zahl in die einzelne aktinische Kugel eingebettet. Die Frage nach der Möglichkeit einer unendlichen Sternenzahl ist daher eigentlich ein Vexierproblem. Innerhalb einer aktinischen Kugel ist die Zahl endlich; innerhalb unendlich vieler aktinischer Kugeln kann sie unendlich sein.

Die keraunischen Gaskugeln endlich sind größer als die chemischen und kleiner als die aktinischen. Sie haben möglicherweise die Größe der Sonnensysteme, und möglicherweise entspricht innerhalb eines jeden Sonnensystemes einem jeden Himmelskörper ein eigener Verdichtungsbezirk dieser Materie, die Elektrosphäre oder keraunische Hülle dieses Körpers.

Von dieser Definition des Äthers ist vor allem eine andere zu unterscheiden, die für den monenergetischen Standpunkt unbrauchbar ist. Versteht man nämlich unter einem Äther etwas, worin transversale Schwingungen möglich sind, so kann der Inbegriff der freifliegenden Uratome nach dieser anderen Definition nicht Äther heißen. Ebensowenig dürfte das aktinische Gas ein Gas genannt werden.

Es ist hier zu beachten, daß vom monenergetischen Standpunkte die Konstruktion transversaler Schwingungen in einem elastischen Äther unmöglich wird. Daher hat die Aufnahme der Definition eines Äthers durch die Ermöglichung transversaler Schwingungen keine Verwendung.

Es ergibt sich die Nötigung, die transversalen Schwingungen in einem elastischen Medium durch etwas anderes zu ersetzen. Die Newtonsche Emissionshypothese konnte den Ansprüchen nicht mehr genügen. Für die moderne Maxwellsche Hypothese fehlt ein anschauliches mechanisches Bild. Es ist nicht unmöglich, zur Newtonschen Emissionshypothese zurückzukehren, diese aber entsprechend auszugestalten. Daß diese Möglichkeit noch existiert, soll am Ende dieser Untersuchungen gezeigt werden.

Es ist daher von diesem Standpunkte aus erlaubt, von einer Lichtgaskugel zu sprechen. Während die große, aber nicht unendlich große Lichtgaskugel unserer Welt auf der niedersten Aggregationsstufe erhalten bleibt, sind die meisten der Prothylgaskugeln für unsere Welt nur mehr vorhistorisch-hypothetisch. Der ganze Raum, den heute unser Sonnensystem zum Spielbezirke der Revolutionen seiner Planeten braucht, dürfte einst von einer einzigen Prothylgaskugel eingenommen worden sein. Das Prothyl ist im Sinne der Hypothese noch nicht in die Elemente gesondert. Die Elemente entstehen aus dem Prothyle erst durch höhere Aggregation, wodurch das freie Prothyl aufgebraucht wird, so daß es heute weder gefunden noch dargestellt werden kann.

Solange die chemische Materie einer Weltgegend noch aus freien (nicht höher aggregierten) Prothyleinheiten besteht, und sobald die noch freifliegenden größeren Uratome als Amere in die Prothyleinheiten aufgenommen sind, sobald kann man die chemische Materie dieser Weltgegend „prothylisiert" nennen; im Gegensatze zu atomisiert und molekularisiert. An unserer Planetenoberfläche ist alles bereits molekularisiert.

Es wird selbstverständlich zu keiner Zeit die gesamte Materie einer Weltgegend rein prothylisiert gewesen sein. Während ein Teil der Materie bereits höher, vielleicht schon zu chemischen Atomen aggregiert und dabei in Elemente differenziert war, mögen noch Reste der chemischen Materie als freifliegende große Uratome vorhanden gewesen sein, die nicht einmal noch zu Prothylgas aggregiert waren.

Die polyenergetische Auffassung hat hier einen schweren Stand. Ziehen sich alle materiellen Teilchen aus der Ferne an, so muß die Welt in der kürzesten Zeit in einen einzigen Klumpen zusammenfallen. Haben die Teilchen hingegen das Bestreben, sich nach allen Richtungen zu zerstreuen, so verflüchtigt sich das Ganze in der kürzesten Zeit in die Unendlichkeit des Raumes. Ziehen sich die Teilchen aus der Ferne an und stoßen sie sich aus der Nähe ab, so werden sie sich bis zu jenen Distanzen nähern, wo die Anziehung durch die Abstoßung im Gleichgewichte gehalten wird, und alles wird als ein Urnebel mit gleich weit entfernten Teilchen, wenn diese untereinander gleich sind,

ewig hängen bleiben, ohne daß etwas geschehen könnte. Sind die Teilchen ungleich, so werden auch die Entfernungen ungleich sein. Durch die Wirkung des Ganzen auf das Einzelne wird es zu Verdichtungen und Verdünnungen kommen. Das Endergebnis ist aber immer eine allgemeine Bewegungslosigkeit, die in kürzester Zeit erreicht werden müßte. Jede Bewegung und jedes Leben kann von diesem Standpunkte aus nur als eine vorübergehende Ruhestörung verstanden werden.

Es bedarf wohl keiner nachdrücklichen Erwähnung, daß sich die „Gaskugeln“ aller Ordnungen nur insoweit selbst kugelig formen, als alle Störungen von außen, alle Rotationen um eine Achse in sich und alle Revolutionen um Linien oder Punkte außerhalb der Häufungen sowie alle plötzlichen Änderungen der Aggregationsstufe innerhalb der Häufung in der Fiktion gleich Null gesetzt werden. In der wahren wechselnden Gestalt der Häufung wird die Selbstformung zur Kugel nur die wichtigste Komponente sein.

B. Aggregate zweiter Ordnung.

25. Aggregation von Prothyleinheiten zu Aggregaten zweiter Ordnung. — Eine hypothetische Zwischenstufe zwischen den Prothyleinheiten und den Atomen der Chemie, das Atomogen.

Die Aggregate erster Ordnung wurden in jenem Zustande verlassen, wo sie eines weiteren Wachstumes als Aggregate erster Ordnung nicht mehr fähig waren. Frei fliegende vereinigungsfähige Amere gab es nicht mehr, und die Prothyleinheiten konnten nicht mehr miteinander verschmelzen, weil sie schon so groß geworden waren, daß sie sich im Falle einer Annäherung durch die „Umwallung“ oder durch die „Umlegung der Bewegungsstruktur“ gegenseitig zur Umkehr brachten, bevor es noch zu einer Berührung im Stoße kommen konnte.

Wie sich die Aggregate erster Ordnung im Stoße gegeneinander verhalten, das wurde schon früher (Seite 108) erörtert. Damals wurde das Schicksal jener Aggregate, die miteinander nicht verschmelzen können, sondern sich zur Umkehr nötigen, wenn sie durch die Lage ihrer Bahnen einander zu nahe ge-

kommen sind, nicht weiter verfolgt. Jetzt handelt es sich um diese Aggregate, die sich abstoßen.

Lichtatome werden sich gegenseitig zur Umkehr bringen, und einander so schnell verlassen, daß eines in der Absorptionspause des anderen entkommt. Sie werden untereinander keine Aggregate höherer Ordnung bilden.

Sind zwei Aggregate erster Ordnung sehr ungleich groß, so daß das kleinere in dem größeren so gut wie keine „Umwallung" erzeugt, so kehrt das kleinere Aggregat vor dem größeren um, während das größere keine Änderung seiner Richtung erleidet. Lichtatome werden daher nicht nur vor Lichtatomen, sondern auch vor Elektrizitätsatomen und vor Prothyleinheiten umkehren, ohne die größeren Aggregate zu lenken.

Ebenso werden Elektrizitätsatome, von Ausnahmen (Kugelblitz) abgesehen, sich nicht mit Elektrizitätsatomen zu höheren Aggregaten vereinigen, und vor diesen wie vor den chemischen Prothyleinheiten umkehren. Die Elektrizitätsatome sind aber bereits imstande, wenn mehrere in derselben Richtung gehäuft zusammenwirken, die Einheiten der chemischen Materie zu lenken. Sie können die chemische Materie wegstoßen und drehen.

Die chemischen Prothyleinheiten sind die langsamsten und größten. Daher sind ihre Radiationen und Absorptionen so wirksam, daß sie einander zu höheren Aggregaten festzuhalten vermögen.

Sind alle Amere der chemischen Materie mit allen vereinigungsfähig gewesen, so werden die translatorischen Geschwindigkeiten sowie die Größen der Prothyleinheiten zwar individuell ungleich sein, aber doch zwischen gewissen Grenzen liegen.

Während der Annäherung drehen sich die Prothyleinheiten durch ihre Radiationen in die Richtung des geraden Stoßes, sei es im Sinne des Entgegenkommens oder im Sinne der Einholung. Während der Annäherung beginnt die „Umwallung" oder Umlegung der Struktur, die in dem Aggregate der kleineren Amerenmasse ausgiebiger ist. In allen Fällen sind zwei Prothyleinheiten bei genügender Annäherung ohne eigentliche Berührung so eingestellt, daß sie sich mit ihren Eigengeschwindigkeiten in jenen Richtungen voneinander zu entfernen beginnen, in die sie infolge

der umgelegten Strukturen gehören, und die sie sich also selbst durch die „Umwallung" gedreht haben.

Nun sind die Phasen der Prothyleinheiten zu unterscheiden. In der zentripetalen Zeit werden keine Uratome remittiert, weil alle von außen eindringen, und auch keine emittiert, weil alle eingedrungenen von den entgegenkommenden Ameren im Binnenraume der Prothyleinheit gefangen gehalten werden. Während dieser Pause der Emission wird alles, was sich in der Nähe befindet, wie gegen ein Uratomen-Vakuum getrieben. In dieser Pause ist die Hinstoßung zur Prothyleinheit besonders stark. In der zentrifugalen Zeit werden die gefangen gehaltenen Uratome emittiert und die herankommenden remittiert. Die Bahnen der Uratome sind durch jedes Amer radiiert, und da jedes Amer nach dem führenden Punkte der Prothyleinheit orientiert geht, so sind auch die einzelnen Radiationen nach diesem Punkte einheitlich orientiert. Auch jetzt kann die fliehende Prothyleinheit zurückgestoßen werden; aber nicht wie gegen ein Vakuum, sondern schwächer, weil nur eine Differenz der Stoßzahlen den Ausschlag gibt.

Diese schwächere Hinstoßung durch radiierte Emission kann durch die Eigenbewegung der Prothyleinheit überwunden werden. Die Radiation ist für die Amere derselben Prothyleinheit innerhalb dieser Einheit kräftiger als die von außen kommende Radiation der fremden Prothyleinheit, weil diese andere Einheit aus größerer Entfernung wirkt, und weil die fremde Amerenmasse nicht zu sehr überlegen ist, ja vielleicht kleiner ist.

Es ist sogar möglich, daß in der Emissionszeit so viele Uratome emittiert werden, daß durch die große Zahl der emittierten Uratome die Wirkung der Radiation der Bahnen kompensiert wird.

Gelingt es der Prothyleinheit während der Emissionszeit der anderen so weit zu kommen, daß beim Eintritte der Absorptionszeit der Bezirk der Wirksamkeit verlassen ist, so entfernen sich die Prothyleinheiten voneinander.

Tritt aber die Zeit der Absorption der Uratome oder der zentripetale Zustand für die eine Prothyleinheit ein, während die andere fliehende sich noch im Bereiche der Wirksamkeit des jetzt entstehenden Vakuums befindet, so sind dem Flüchtling von der

einen Seite des Raumes alle Uratome abgeschirmt. Die eine Prothyleinheit wird als Ganzes gegen die andere absorbierende Einheit getrieben. Die Innenbewegung mag dabei bestehen bleiben. Das größte und langsamste Amer geht auch jetzt langsamer als die übrigen; es ist aber nicht mehr führend, sondern geschleppt. Die schnelleren Amere gehen auch jetzt innerhalb der Einheit schneller. Sie entwickeln aber ihre größere Beschleunigung nicht gegen das eigene führende Amer, sondern gegen die fremde Prothyleinheit. Die aufeinanderfolgenden Orte des Zusammentreffens werden in dieser Periode nicht in der Richtung nach dem führenden Amere geschoben, sondern in der Richtung nach der fremden Prothyleinheit, ohne daß eine Strukturumlegung notwendig wäre. Die zurückgetriebene Prothyleinheit wird dabei spindelförmig in die Länge gezogen werden, da in dieser Periode die schnelleren Amere vorangerichtet sind.

Diese Bewegung zur anderen Prothyleinheit hin wird so lange fortgesetzt, als die Absorptionszeit der fremden Einheit dauert. Sobald die Emission wieder beginnt, entfernt sich auch wiederum die bisher zurückgetriebene Prothyleinheit, deren Bewegungsstruktur unverändert für diese Entfernungsrichtung eingestellt blieb, und die nur der Zufuhr von Uratomen bedarf, um wirksam zu werden. Die Situation erinnert an ein Pferd, das vor einen Wagen gespannt ist und von dem Wagen zurückgezogen wird. Das Pferd bleibt in der Richtung voran eingespannt, und sobald das Übergewicht des Wagens nicht mehr zieht, geht das Pferd mit dem Wagen vorwärts, ohne daß das Pferd jemals hinter den Wagen gespannt gewesen wäre; das heißt, ohne daß die Bewegungsstruktur umgelegt worden wäre.

Die beiden Prothyleinheiten haben sich also gegenseitig zu einem Aggregate zweiter Ordnung eingefangen, worin sie sich periodisch nähern und entfernen.

Diese Periodizität wird durch diesen Wechsel zwischen Absorption und Emission von Uratomen ermöglicht. Bei den Aggregaten erster Ordnung war dieser Phasengegensatz in dieser Schärfe noch nicht möglich, weil das einzelne Amer keinen Wechsel zwischen Einfangung und Aussendung von Uratomen haben kann, da kein Binnenraum existiert, der periodisch für die Aussendung geöffnet und für die Einfangung der eindringenden

geschlossen wird. In schwächerem Grade ist dieser Phasengegensatz schon bei den Ameren auch ohne Binnenraum vorhanden, insofern die Amere nur mit der vorangehenden Seite radiieren und mit der Rückseite absorbieren, also auch periodisch ein Vakuum erzeugen. Mit der Aggregationsstufe steigt das Vermögen der Einfangung und Aussendung. Die Verschärfung dieses Phasengegensatzes, mit dem Selbstentfernung und Zurücktreibung verbunden ist, ist für die Substruktion der Chemismen und der Molekularbewegungen von Bedeutung. Diese Wirkungen erfolgen nur von einem Aggregate auf das nächste einzelne bei großer Annäherung. Für die Summierung der Wirkungen vieler Aggregate aus der Ferne auf ein einzelnes läßt sich dieser Phasengegensatz nicht verwerten, weil die Emissions- und Absorptionszeiten der vielen Aggregate gemischt sein werden.

Es ist möglich, daß die individuell ungleichen Eigengeschwindigkeiten der Prothyleinheiten zwischen nicht allzu weiten Grenzen liegen, so daß sich jede Prothyleinheit mit jeder zu einem höheren Aggregate vereinigen kann, wenn sie mit ihr durch die Lage ihrer Bahn zusammentrifft. Sollte sich aber nicht jede mit jeder vereinigen können, so kann durch eine dritte vermittelt werden. Wenn *A* und *C* für einander zu ungleich schnell sind, so kann sich *A* mit *B* vereinigen, und dieses *B* mag dann für *C* eine vereinigungsfähige Schnelligkeit besitzen.

Ein Aggregat aus zwei Prothyleinheiten ist noch kein fertiges Aggregat zweiter Ordnung, sondern nur ein Ansatz zu einem wachstumfähigen Gebilde, ein Kondensationskeim. Da nicht zwei Prothyleinheiten der Welt genau gleich sein werden, so werden diese zwei Prothyleinheiten ungleiche Eigengeschwindigkeiten in entgegengesetzten Eigenrichtungen haben. Das würde sie nicht hindern, immer zum selben Weltpunkte zusammenzugehen, nachdem die eine einen längeren und die andere einen kürzeren Weg gemacht hatte. Nun sind aber die Radiationen im Gegensatze zu einer wechselseitigen Anziehung aus der Ferne einseitig wirksam, und ebenso die durch Absorption erzeugten Vakua. Die kleinere Prothyleinheit nähert sich daher mit größerer Beschleunigung als die größere, und sie entfernt sich auch mit größerer Verzögerung. Durch diese Differenz der Beschleunigungen und Verzögerungen wird der Ort des Zusammentreffens ruckweise

nach derselben Richtung geschoben. Dadurch entsteht die translatorische Eigengeschwindigkeit und Eigenrichtung des Aggregates zweiter Ordnung. Die langsamere und größere Prothyleinheit geht für die translatorische Richtung immer voran, solange das Aggregat nicht von außen gestört wird, weil sie dem Orte des periodischen Zusammentreffens langsamer entgegengeht und sich relativ schneller und weiter von ihm entfernt.

Die Verhältnisse sind ganz analog der translatorischen Geschwindigkeit und Richtung eines zweiamerigen Aggregates erster Ordnung.

Die translatorische Geschwindigkeit eines Aggregates zweiter Ordnung ist natürlich bedeutend kleiner als die der Prothyleinheiten, aus denen es gebaut ist. Es handelt sich um zweimal gebrochene und eingewickelte Amerengeschwindigkeiten.

Ein Aggregat zweiter Ordnung, das aus zwei Prothyleinheiten besteht, ist wachstumsfähig. Es kann eine dritte, eine vierte und noch eine andere Prothyleinheit herankommen, die korrelativ zu den schon vereinigten vereinigungsfähig ist, und durch die günstige Lage der Bahn den Weg zur Vereinigungsgelegenheit findet.

Es werden sich viele sektorenförmige bis spindelförmige Prothyleinheiten um einen gemeinsamen Mittelpunkt lagern und dadurch zu einem kugelförmigen Umrisse schließen. Sobald das kugelförmige Gebilde geschlossen ist, ist für einen neuen Ankömmling kein Platz innerhalb der Kugel und das Wachstum der Kugel ist zu Ende. Der neue Ankömmling kann allerdings in den Bann der Kugel geraten. Da er aber Prothylgeschwindigkeit hat, und die Kugel die weit kleinere Geschwindigkeit eines Aggregates zweiter Ordnung, so wird die Prothyleinheit immer dem Absorptionsbezirke der Kugel durch ihre immer weitaus überlegene Geschwindigkeit entkommen. Diese Kugel kann sich nur wieder mit einer Kugel gleicher Aggregationsordnung vereinigen, nicht aber mit einer isolierten Prothyleinheit. Das Aggregat zweiter Ordnung ist jetzt den isolierten Prothyleinheiten gegenüber gesättigt und geschlossen. Es ist nicht nur eines weiteren Wachstums, sondern auch einer Teilung nicht mehr fähig. Es hat alle Eigenschaften, die man von einem fertigen chemischen Atome verlangen kann. Ich würde es auch als chemisches Atom

bezeichnen, wenn damit irgendwie das periodische System der Elemente in Übereinstimmung gebracht werden könnte.

Da dies nicht der Fall ist, so nenne ich dieses gesättigte Aggregat zweiter Ordnung noch kein Atom, sondern etwas, aus dessen Aggregation erst ein chemisches Atom werden kann. Es möge den Namen „chemisches Atomogen" führen, weil mehrere Atomogene sich zu einem Atome dauernd zu vereinigen vermögen, also Atomerzeuger sind.

Durch die Radiationen und Absorptionen, deren Wirkungen jede Prothyleinheit von allen anderen erfährt, wird die sphärische Anordnung von Spindeln oder langgezogenen Sektoren zu einem Atomogene auch an der Oberfläche des Ganzen abgeflacht, so daß der Gesamtumriß dem einer Kugel sehr nahe kommt.

Die einzelnen Prothyleinheiten bleiben als Kugelsektoren voneinander getrennt. Es war eben die Voraussetzung, daß das Schicksal jener Prothyleinheiten verfolgt werde, die nicht verschmelzungsfähig sind. Die Sektoren bewegen sich periodisch von und zu dem Mittelpunkte der Kugel. Die führenden Amere der einzelnen Prothyleinheiten befinden sich alle an der Oberfläche der Kugel.

Da die Prothyleinheiten eines Atomogenes untereinander ungleiche Geschwindigkeiten haben und sich gegenseitig bei der Annäherung ungleiche Beschleunigungen erteilen, so treffen sich die Prothyleinheiten eines Atomogenes niemals um denselben Weltpunkt herum, sondern immer um einen anderen. Die verschiedenen Punkte des Zusammentreffens rücken nach derselben Richtung vor. Die langsamste Prothyleinheit ist immer voran gerichtet; die schnellste geht immer hintennach. Die Begründung ist dieselbe wie für die Aggregate erster Ordnung.

Dadurch entsteht die translatorische Eigengeschwindigkeit und die geradlinige translatorische Eigenrichtung der Atomogene, denen eine Bewegungsgröße von außen weder gegeben noch genommen werden kann.

Treffen zunächst zwei Prothyleinheiten zusammen, die sehr ungleich an Größe und eben an der Grenze der Vereinigungsfähigkeit sind, so wird die translatorische Geschwindigkeit des Aggregates relativ sehr groß sein. Sind die zwei zuerst vereinigten Prothyleinheiten nahezu gleich groß, so ist die transla-

torische Geschwindigkeit nahezu null. Je größer die Zahl der Prothyleinheiten ist, die sich zu einem für Prothyleinheiten gesättigten Atomogene zusammengefunden haben, desto wahrscheinlicher wird es, daß die translatorische Geschwindigkeit der Atomogenes zwischen jenem Minimum und jenem Maximum gegen einen durchschnittlichen Wert hin gelegen ist. Es folgt daraus aber noch nicht, daß die translatorischen Geschwindigkeiten der Atomogene gleich sein müssen. Im Gegenteile, es wird sehr große Unterschiede geben, und wahrscheinlich sind nicht zwei Atomogene der Welt mathematisch genau gleich. Es folgt daraus nur, daß die Geschwindigkeitsgrenzen für Atomogene weit enger gezogen sind als für isolierte Prothyleinheiten, und daß der Durchschnittswert für Atomogene weiter tiefer liegt als für freie Prothyleinheiten.

Die Atomogene sind noch nicht in chemische Elemente geschieden. Sie sind qualitativ ohne Unterschied, und von individuell ungleichen Eigengeschwindigkeiten und Größen, die um einen Durchschnittswert herum zwischen zwei Grenzen verteilt sind.

Die Gestalt der Atomogene ist infolge ihrer Entstehungsweise eine Kugel von variabler Größe. Die Grenzen der Größe entsprechen der periodischen Innenbewegung, dem Verdichtungsmaximum und dem Verdichtungsminimum.

Innerhalb dieser Kugel wird an der Oberfläche ein Pol der kleinsten und ein Pol der größten Eigengeschwindigkeit der enthaltenen Prothyleinheiten zu unterscheiden sein. Die langsamste Prothyleinheit wird die führende des Atomogenes genannt werden können, weil sie in der Eigenbewegung vorangerichtet ist und die Richtung angibt.

In der zentripetalen Zeit wird ein Atomogen alle von außen kommenden Uratome eindringen lassen, und die eingedrungenen in größerer Menge gefangen halten, weil die gegenläufigen Amere nicht durchdrungen werden. In dieser Zeit entsteht um das Atomogen herum ein Vakuum insofern, als es nur wenige emittierte und keine remittierten Uratome gibt. Die Uratome gehen größtenteils in der Richtung nach dem Atomogene. Das ist die Zeit der stärksten „Anziehung". Diese wechselt mit der Zeit der schwächeren Anziehung durch Radiation, indem die gefangen gehaltenen Uratome in radiierten Bahnen herausdringen

und die von außen herankommenden ebenso radiiert zurückgesendet werden.

Die Uratome werden daher von den Atomogenen nicht nur in radiierten Bahnen, sondern auch in regelmäßig aufeinanderfolgenden Häufungen in Verdichtungsmaximen, in Kugelwellen oder longitudinal unduliert entsendet.

Die Innenbewegung eines Atomogenes kann man seine Wärme im monenergetischen Sinne des Wortes nennen. Sind die Unterschiede zwischen den Volumsextremen sehr groß, so kann man sagen, das Atomogen habe eine hohe Temperatur. Da die Innenbewegung von den Ameren des Atomogenes selbst aufgebracht wird, so kann man von der Eigenwärme des Atomogenes sprechen.

Diese Eigenwärme ist mit der Dichte des umgebenden Uratomenäthers und überhaupt mit dem Gehalte an Uratomen variabel.

Entzieht man einem Atomogene einen Teil der durchdringenden und eingefangenen Uratome, so werden die Radiationen schwächer. Entzieht man der Umgebung einen Teil der Uratome, so werden die Vakua, die erzeugt werden können, durch die Verringerung der Zahl der einseitigen Stöße weniger wirksam. Die Amere werden nicht mehr so strenge zur Prothyleinheit, die Prothyleinheiten nicht mehr so strenge zum Atomogen zusammengehalten. Die zentrifugalen Wege werden länger, also das Gefüge lockerer, das Volumen größer, der Spielbezirk nimmt einen größeren Platz ein oder das Atomogen wird wärmer, und die translatorische Geschwindigkeit steigt, weil die Prothyleinheiten sich jener Grenze nähern, wo das Ganze mit der Eigengeschwindigkeit des langsamsten Ameres geht, was die größtmögliche translatorische Geschwindigkeit der Prothyleinheit bedeutet.

Durch Zuführung von Uratomen entsteht das Gegenteil.

Die Atomogene sind so unteilbar wie die Prothyleinheiten. Es wird keine neue Unteilbarkeitsenergie eingeführt. Die Atomogene sind nur tatsächlich durch keinen Stoß auseinander zu bringen. Sie sind trotz der Unteilbarkeit ausgedehnt und zusammengesetzt. Unteilbarkeit, Nichtzusammengesetztheit (Einfachheit) und Unausgedehntheit sind keine Wechselbegriffe.

Trotz der Unteilbarkeit wird sich das Atomogen in seine Uratome von selbst auflösen, sobald der umgebende Uratomenäther zu wenig dicht wird.

26. Die Gaskugeln aus Gas zweiter Ordnung. — Atomogengas.

Eine größere Menge von Atomogenen, im freien Uratomenäther sich selbst überlassen, wird sich zu einer Gaskugel formen. Die Gaskugel wird die gleichen Eigenschaften haben wie eine Prothylgaskugel. Da die durchschnittliche Geschwindigkeit der Atomogene viel tiefer steht, so wird die Atomogengaskugel bei gleicher Amerenzahl kleiner und dichter sein als eine Prothylgaskugel.

Die Atomogengaskugel kann für unsere Zeit nur mehr prähistorisch-hypothetischen Charakter haben. Dadurch, daß durch die Häufung von Atomogenen Atome erzeugt worden sind, sind die Atomogene selbst aufgebraucht worden.

Da die Atomogene durch ihre periodischen Innenbewegungen auch Lichtatome periodisch abzustoßen zu vermögen, so kann es sehr wohl eine Zeit gegeben haben, wo es Licht gab und noch keine Gestirne nach Art unserer Sonne.

C. Aggregate dritter Ordnung. Chemische Atome. Elementenbildung.

27. Aggregation von Aggregaten zweiter Ordnung zu chemischen Atomen.

Treffen sich zwei Atomogene durch die günstige Lage ihrer Bahnen mit ihren Eigengeschwindigkeiten und in ihren Eigenrichtungen, so werden sie sich aus großer Nähe ebenso beeinflussen, wie die Prothyleinheiten sich beeinflußt haben. Es kommt zu keiner Umwallung, weil diese in der geschlossenen Kugel nicht mehr möglich ist, aber aus den Ursachen, die bei den Prothyleinheiten auch vorhanden waren, findet eine Umlegung der Struktur statt. Jedes Atomogen kehrt dem anderen jenen Pol zu, wo sich die schnellste Prothyleinheit befindet. Die Atomogene drehen sich während ihrer Annäherung gegenseitig

so lange, bis sie in die Richtung der geraden Auseinanderbewegung gekommen sind. Die Atomogene verlassen sich daher, bevor es zur Berührung kommt, in jenen Richtungen, in die sie sich selbst gebracht haben. Der Stoß hat keinen Einfluß auf die Eigengeschwindigkeit. Nur die Richtungen werden geändert. Mit dem Stoße fester Körper hat der Atomogenenstoß nur eine Ähnlichkeit. Die Stoßformeln für feste Körper lassen sich darauf nicht anwenden, weil die festen Körper Bewegungsgröße annehmen und abgeben können, die Atomogene aber nicht.

Was nach dem Zusammentreffen und nach der Umkehr geschieht, das hängt von dem Verhältnisse der Eigengeschwindigkeiten ab. Bei hoher Temperatur haben die Atomogene hohe Eigengeschwindigkeiten, durch die sie einander entkommen. Sie bleiben Teilchen eines Atomogengases. Das einzelne Aggregat entkommt dem einzelnen bei der Annäherung, nicht aber der Gesamtheit der übrigen in der Gaskugel. Die hohe Temperatur können sich die Atomogene nicht selbst geben. Diese muß von dem umgebenden relativ dünnen Uratomenäther erzeugt werden.

Ist die Temperatur niedriger und daher die Eigengeschwindigkeit der Atomogene kleiner, so bannen sich die Atomogene nach Analogie der Prothyleinheiten. Sie sind in der Bereitschaft zur gegenseitigen Entfernung eingestellt, die führenden Prothyleinheiten nach außen gerichtet. In den Pausen der Emission werden sie ohne Umlegung der Bewegungsstruktur zurückgetrieben, da die eigene Bewegungsstruktur im Uratomenvakuum gelähmt ist. In der Emissionsphase beginnen sie wieder in ihrer Eigenrichtung mit ihrer Eigengeschwindigkeit, also zentrifugal, auseinanderzugehen.

Analog den früheren Baustufen entsteht ein kleinstes Aggregat dritter Ordnung aus zwei Atomogenen, das noch wachstumsfähig ist. Sechs Atomogene können sich in einem kugelförmigen Umrisse vereinigen.

Ein derartig fertiges Aggregat ist dann ein kleinstes chemisches Atom.

Analog den früheren Baustufen entsteht die translatorische Eigengeschwindigkeit, die translatorische Eigenrichtung, die Eigenwärme, die Emissions- und Absorptionsphase des Atomes.

Das chemische Atom emittiert und remittiert alles, was von ihm ausgeht, Uratome, Lichtatome und Elektrizitätsatome in undulierter Weise und zwar in der Form von longitudinalen Wellen, die aus Verdichtungs- und Verdünnungsmaximen zusammengesetzt sind.

Die individuell ungleichen Eigengeschwindigkeiten der kleinsten chemischen Atome liegen zwischen engeren Grenzen als die Eigengeschwindigkeiten der Atomogene, und ihr Durchschnittswert liegt tiefer.

Ein kleinstes chemisches Atom kann sich mit einem isolierten Atomogene nicht mehr verbinden. Das kleinste Atom hat Atomengeschwindigkeit, und das isolierte Atomogen hat die weitaus größere Geschwindigkeit höherer Ordnung. Es wird also nach dem Zusammentreffen immer wieder entkommen. Ganz analog ist die Unfähigkeit eines Atomogenes, eine isolierte Prothyleinheit festzuhalten. Ein fertiges Atom vermag nur immer wieder ein fertiges Atom festzuhalten, weil die Geschwindigkeiten dieser beiden von derselben Ordnung sind.

Wird ein fertiges Atom von einem anderen fertigen Atome gebannt, so entsteht nicht ein neues, entsprechend größeres Atom, sondern ein Molekül. Davon soll jetzt noch nicht gesprochen werden.

Trifft aber ein unfertiges Atom, das noch nicht aus sechs Atomogenen besteht, und dennoch schon mit Atomengeschwindigkeit geht, mit einem anderen unfertigen zusammen, so können sich diese zwei Atome zu einem größeren vereinigen. So kann sich ein Atom aus zwei Atomogenen mit einem anderen aus zwei Atomogenen zu einem unfertigen aus vier Atomogenen vereinigen. Dieses kann später einmal zu einem aus sechs bestehenden fertigen Atome ausgebaut werden.

Ebenso kann sich ein unfertiges aus dreien mit einem unfertigen aus ebenfalls dreien zu einem fertigen Atome vereinigen. Ein unfertiges aus zweien und ein unfertiges aus dreien gibt ein unfertiges aus fünfen.

Das unfertige Atom heißt nicht so, weil es etwa der Sechszahl bedürfte, um existieren zu können. Es soll dadurch nur die noch nicht erschöpfte Vereinigungsfähigkeit, die noch nicht erschöpfte Wachstumsfähigkeit ausgedrückt werden.

Ein kleinstes, fertiges, das heißt nicht mehr wachstumsfähiges chemisches Atom, das aus sechs Atomogenen besteht, sei das Wasserstoffatom.

Trifft ein fertiges Wasserstoffatom in einer Weltzeit, in der es noch wachstumsfähige Atome gibt, mit einem unfertigen zusammen, das aus fünf Atomogenen besteht, so können sich beide zu einem größeren Atome vereinigen, das aus elf Atomogenen besteht. Das fertige Atom schließt mit nur einem seiner Atomogene die offene Stelle in dem unfertig gewesenen Atome. Die Situation ist jetzt dieselbe, als ob man aus einem fertigen Wasserstoffatome ein Atomogen entfernt und dafür ein ganzes Wasserstoffatom substituiert hätte. Es hat aber keine Substitution stattgefunden, sondern nur ein Wachstum. Es gibt in der Welt nirgends ein hinausgedrängtes Atomogen. Man kann aber den Gedanken der Substitution fingierenderweise benutzen, um die Atomstruktur rascher zu entwerfen.

Die Atomogene einer wachsenden Gruppe haben alle Phasen gemeinsam; sie befinden sich alle zugleich im Maximum und dann wiederum zugleich im Minimum der Annäherung.

Jede Sechsergruppe hat ein langsamstes oder führendes Atomogen, das in der Eigenbewegung der Gruppe vorangerichtet ist. Alle Gruppen, die sozusagen für ein einzelnes Atomogen einer anderen Gruppe substituiert sind, haben wiederum ihre relativ führenden Atomogene.

Hätte jede Sechsergruppe ihre unabhängige Eigenrichtung, so würde ein Atom aus elf Atomogenen oder aus einer Kette von zwei Sechsergruppen eine niedrigere translatorische Eigengeschwindigkeit haben müssen als die einzelne Sechsergruppe, weil die Geschwindigkeit des ganzen Atomes sich nur aus Wegdifferenzen der Sechsergruppen ergibt, die gegeneinander gerichtet wären. Die Kette aus zwei Sechsergruppen hätte dann die weit niedrigere Molekülgeschwindigkeit.

Nun ergibt sich aber aus der Radiationsmechanik, daß in jedem Aggregate eine Selbstsortierung nach Geschwindigkeiten eintreten muß. Die einzelnen Atomogene gleiten während der Innenbewegung allmählich an die ihnen nach der Eigengeschwindigkeit zukommende Stelle.

Die Kette aus zwei Sechsergruppen wird daher alsbald ein

einziges führendes Atomogen in einer der beiden Gruppen besitzen, und das ganze Atom wird mit diesem führenden Atomogene vorangerichtet seine Eigenbewegung vollziehen. Damit steht also die Gleichzeitigkeit der Phasen für alle Atomogene und Sechsergruppen desselben Atomes im Zusammenhange. Die Eigengeschwindigkeit eines Atomes wird daher durch die Verwachsung mit einer neuen Sechsergruppe nicht herabgesetzt werden, und für chemisch ungleiche Atome innerhalb derselben Grenzen um einen identischen Durchschnittswert herum verteilt sein.

Trifft nun dieses neue fertige Atom mit einem unfertigen zusammen, das aus fünf Atomogenen besteht, so kann jetzt wiederum das eine Atomogen des fertigen Atomes die offene Stelle des unfertigen einnehmen, und entsteht ein neues Atom aus $5 + 5 + 6$ Atomogenen. Drei Kugeln in einer Reihe, von denen je zwei aufeinanderfolgende je ein Atomogen gemeinsam haben. Man kann die Anordnung auch anders konstruieren. Es muß nicht gerade ein unfertiges Atom aus fünfen entgegengekommen sein. Es kann zunächst eines aus drei Atomogenen, und dann eines aus zweien herangekommen sein.

Wiederholt sich dieser Wachstumsvorgang in der gleichen Weise genügend oft, so entsteht schließlich zum Beispiel eine Verkettung von acht fertigen Sechsergruppen mit einer neunten unfertigen, die durch eine Dreiergruppe geschlossen wird:

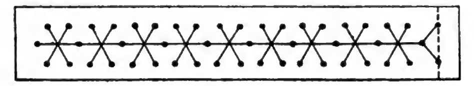


Fig. 13.

Die Atomogene sind nicht in der Ebene des Papieres zu denken, sondern je eine Sechsergruppe als sechs Atomogene in ein rechtwinkliges Dreiachsensystem geordnet.

Das ganze Gebilde wird beweglich stabförmig bleiben, weil sich das Ganze in jedem Stadium seines Wachstums mit dem führenden Atomogene vorausgerichtet in seiner Eigengeschwindigkeit geradlinig bewegt, und wiederum nur mit einem geradlinig gerichteten zusammentrifft. Während der Annäherung drehen

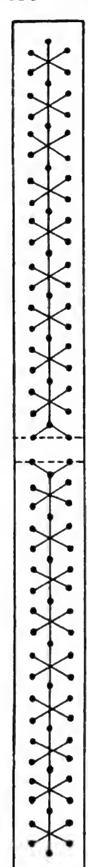


Fig. 14.

sich die beiden Systeme in die entgegengesetzten Richtungen der Entfernung voneinander. Nach der gegenseitigen Bannung erfolgt die Geradstreckung, soweit sie während der Drehung noch nicht vollendet worden ist, und ein neues führendes Atomogen gleitet während der Innenbewegung an die Spitze des Ganzen.

Treten zwei solche Verkettungen zusammen, so enthalten sie $(9 \times 5 + 3) \times 2$ oder 96 Atomogene, also 16mal so viele als das Wasserstoffatom. Das neue Atom wird daher das Sauerstoffatom sein können.

Die zwei Teile können so aneinandergefügt werden, daß die gestrichelten Linien durch die zwei überzähligen Atomogene jederseits parallel gerichtet sind. In der Mitte zwischen diesen zwei Parallelen entsteht dann eine ideale Achse, um die sozusagen zwei Flügel drehbar sind (Figur 14). Diese Achsenstelle ist wiederum eine Sechsergruppe, die auch nachträglich aus einer gewöhnlichen Sechsergruppe entstehen kann, wenn diese die Art der Innenbewegung wechselt.

Nehmen wir ein anderes Beispiel. Ein fertiges Wasserstoffatom von sechs Atomogenen begegne einem unfertigen von fünf Atomogenen wie vorhin. Das fertige Atom fülle mit einem einzigen seiner Atomogene die offene Stelle im unfertigen aus wie vorhin. Es entstehe eine Kette von 5×5 Atomogenen, die an der letzten Stelle mit einer fehlenden Einheit unfertig ist. An diese Stelle trete ein unfertiges Atom aus drei Atomogenen. Wir erhalten dadurch eine Kette von $5 \times 5 + 3 = 28$ Atomogenen. Das sind fünf Sechsergruppen und eine Dreiergruppe, von denen je zwei aufeinanderfolgende je ein einziges Atomogen gemeinsam haben. Diesen Arm oder diese Kette oder diese Achse oder wie immer man das nennen will, lasse man nun mit einem zweiten zusammentreten. Jeder Arm hat an dem einen Ende

eine unfertige Gruppe von drei Atomogenen. An diesem unfertigen Ende können sich die zwei Atome zu einem dritten größeren vereinigen, wodurch an der Vereinigungsstelle eine Sechsergruppe entsteht (Figur 15). Die Atomogene sind teilweise aus der Ebene des Papieres herausgedreht zu denken.

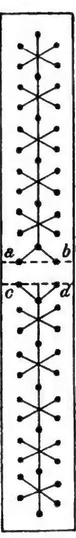
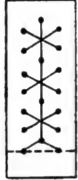


Fig. 15.

Lassen wir jetzt eine dritte gleiche Kette mit dem unfertigen Ende *ef* sich nahe an *ab* und *cd* parallel anschließen, und zwar senkrecht auf die Ebene des Papieres, so daß je zwei Atomogene in einer Linie *ab, cd* und *ef* liegen, und die drei Linien *ab, cd* und *ef* zueinander parallel sind. Die drei Flügel können wir um eine ideale Achse zwischen den drei Parallelen *ab, cd* und der nicht gezeichneten *ef* in gleiche Winkel gegeneinander gedreht denken. Wir erhalten dann $3 \times 28 = 84$ Atomogene als das 14fache der Atomogenenzahl des Wasserstoffes oder als die Strukturformel des Stickstoffatomes.

Nehmen wir noch ein anderes Beispiel. Beginnen wir in derselben Art wie früher mit einem fertigen Wasserstoffatome, und lassen wir wie früher eine Kette von Sechsergruppen entstehen, und zwar drei Sechsergruppen, die letzte mit einer Dreiergruppe geschlossen (Figur 16). Die Verbindungslinien sind wieder aus der Ebene des Papieres gedreht zu denken, so daß sie für jede Sechsergruppe ein orthogonales Achsensystem ergeben.


Fig. 16.

Lassen wir nun vier gleiche Ketten so aneinander treten, daß die punktierten Endlinien parallel stehen. In diesen Parallelen sind im ganzen acht Atomogene enthalten, von denen je vier und vier in derselben Ebene liegen. Mitten zwischen den vier Parallelen liegt eine parallele ideale Achse, um die die vier Flügel drehbar sind. Im isolierten Atome werden diese Winkel Rechte sein. Im künftigen Molekülverbande können die Arme gedreht und die Winkel ungleich, aber symmetrisch werden, so daß sich

sechs Atome leicht zu einem ebenen Ringe ordnen können. Im einzelnen Atome sind dann $4 \times 18 = 72$ Atomogene, das 12fache der Atomogenenzahl des Wasserstoffes oder eine mögliche Konstitutionsformel des Kohlenstoffatomes.

In ähnlicher Weise kann man ein fünfarmiges Atom konstruieren. Sieben Sechsergruppen seien so weit entwickelt, daß in die letzte offene Stelle der letzten Sechsergruppe eine Zweiergruppe eingetreten ist:

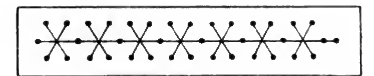


Fig. 17.

Es seien vier solche Gruppen zu 37 Atomogenen mit den freien Atomogenen vereinigt, und jetzt trete eine fünfte hinzu, die an der letzten Stelle eine Dreiergruppe enthält:

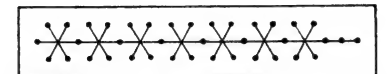


Fig. 18.

Das äußerste Atomogen dieser Dreiergruppe kann allen fünf Gruppen gemeinsam werden und als Drehpunkt des ganzen Systemes dienen, dessen fünf Flügel im Raume gleichmäßig verteilt werden können, da die Drehung nicht um eine Achse, sondern um einen Punkt erfolgt. Das mittlere Gebiet des Ganzen hat folgende Anordnung (Figur 19). Im ganzen enthält das Atom $(7 \times 5 + 2)\,5 + 1 = 186$ Atomogene, das 31fache der Atomogenenzahl des Wasserstoffes. Diese Anordnung ist daher eine mögliche Konstitutionsformel des Phosphoratomes.

Die Atomogenenzahl des Atomes eines Elementes kann man jederzeit mit den Anforderungen der Hypothese in Übereinstimmung bringen, wenn man die Atomengewichte aus den Tabellen der Chemie mit 6 multipliziert, und das Produkt auf eine ganze Zahl abrundet.

Durch fortgesetzte Verkettungen im Wachstume kann man ohne Schwierigkeit zur Zahl von 1434 Atomogenen $= 239 \times 6$ für das Uranatom kommen.

Die Abweichungen von den gegenwärtig angenommenen Atomgewichten beschränken sich durchwegs auf die zweite Dezimalstelle. So ist für Silber 107·67 statt 107·66 erforderlich; für Gold 196·83 statt 196·80; für Blei 206·33 statt 206·40. Die Unterschiede sind nicht bedeutend.

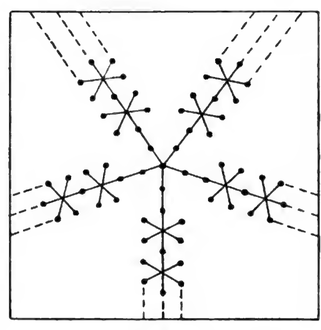


Fig. 19.

Die kleinen Abweichungen in der zweiten Dezimalstelle erklären sich am ungezwungensten daraus, daß die Bestimmung des Atomengewichtes auf die Gültigkeit der Avogadroschen Hypothese reflektiert und auch die Konstanz des Produktes aus der spezifischen Wärme und dem Atomengewichte $= 6 \cdot 4$ als eine Art Ideal behandelt.

Nun gilt aber die Avogadrosche Hypothese nicht mathematisch genau, auch nicht für Gase bei den günstigsten Temperaturen. Es ist hier nicht der Ort, davon eingehender zu sprechen, weil dadurch der Behandlung der nächsten Aggregationsstufe, des Gasmoleküles, vorgegriffen wird. So viel kann schon hier gesagt werden, daß das Avogadrosche Gesetz nur dann genau gelten könnte, wenn es möglich wäre, chemisch ungleiche Gas-

moleküle zur selben Zeit auf dieselbe Temperatur zu bringen. Man denkt nicht daran, daß die Gasmoleküle möglicherweise ihre Eigenwärme haben, wie die Sonne und die Erde sie im großen Maßstabe besitzen. Man kann nur dem Raume, in dem die Gasmoleküle fliegen, gleiche Temperatur verleihen, das heißt dem Uratomenäther innerhalb des Gefäßes die gleiche Dichte geben. Die Gasmoleküle nehmen aber innerhalb des gleich dichten Uratomenäthers verschiedene Eigenwärme an, entsprechend ihrer Atomogenenzahl; ebenso wie die Sonne innerhalb desselben Uratomenäthers eine höhere Eigenwärme annimmt als unsere Erde. Mit der Eigenwärme variiert aber die Eigengeschwindigkeit der Gasmoleküle. Daher kann die Avogadrosche Hypothese, eben wenn sie exakt gültig angenommen wird, für Gasmoleküle innerhalb gleich dichten Uratomenäthers nicht mathematisch genau gelten, falls es Uratome gibt.

Vernachlässigt man die Eigenwärme, so erhält man naturgemäß um eben diesen Betrag weniger exakte Atomgewichte. Daraus erklärt sich hinreichend die geringfügige Abweichung, die auf die zweite Dezimalstelle beschränkt bleibt.

Damit steht es auch im Zusammenhange, daß die Dämpfe des Quecksilbers, des Zinks, des Cadmiums und vielleicht vieler Metalle dem Avogadroschen Gesetze nicht folgen. Ich würde daraus nicht auf die Atomisierung dieser Dämpfe schließen, sondern einfach darin eine Wirkung der hohen Eigenwärme der Metallmoleküle erblicken, die immer mit erhöhter Eigengeschwindigkeit verbunden ist. Die Quecksilbermoleküle des Dampfes haben eben immer eine höhere Temperatur als der Uratomenäther der Umgebung, dessen Temperatur gemessen wird.

Eine andere Richtschnur für die Wahl des Atomengewichtes bei nicht übereinstimmenden Werten der quantitativen Analyse ist die Konstanz des Produktes aus der spezifischen Wärme und dem Atomengewichte. Die Atomogenenzahl eines Atomes steht in einer nahen Beziehung zur spezifischen Wärme des Elementes, dem das Atom angehört. Hundert Atomogene, in einem gewissen Raumteile untergebracht, werden demselben aufnehmenden Systeme (Wärmequelle genannt) zehnmal schneller die gleiche Zahl von Uratomen abgeben als zehn Atomogene, die in einem gleichen anderen Raumteile unterge-

bracht sind. Das heißt, sie werden zehnmal schneller auf die gleiche Wärme gebracht werden als die anderen zehn Atomogene, wenn eine identische Wärmequelle (ein Uratome entziehendes System) zuerst auf die hundert und dann auf die zehn wirkt, bis die gleichen Temperaturen angezeigt werden. Vom Standpunkte der sogenannten Wärmequelle betrachtet macht das den Eindruck, als wäre die Wärme ein Stoff, der an die zu erwärmenden Aggregate abgegeben würde, und von dem die hundert Atomogene in derselben Zeit weniger benötigen als die zehn, um auf die gleiche Temperatur gebracht zu werden.

Das Atomengewicht (Atomogenenzahl) gibt daher mit der spezifischen Wärme (aufgefaßt als relative Anzahl der entzogenen Uratome) multipliziert bei chemisch ungleichen Atomen einen fast konstanten Wert. Die Abweichung von der Konstanz ist selbstverständlich, weil zwar die Atomogenenwärme des einzelnen Atomogenes infolge der Kugelgestalt in allen chemisch ungleichen Atomen die gleichen Veränderungen erfährt, nicht aber die Atomenwärme. Die Atomogene sind eben nicht wiederum zu einer Kugel im Atome vereinigt, sondern in Achsen oder Arme oder Strahlen geformt und zu Figuren aus diesen Armen oder Flügeln verbunden. Das ist infolge der leeren Räume zwischen den Flügeln für die Einspeicherung und Aussendung von Uratomen, daher auch für die Eigenwärme maßgebend. Die Atome verhalten sich hier nicht anders als die großen Körper, von denen auch die Kugel sich anders gegen Erwärmung verhält als eine Platte von gleichem Inhalte des gleichen Stoffes.

Daher ist die Atomenwärme einerseits von der Atomogenenzahl und andrerseits von der Atomenfigur abhängig. Von der Identität der Grenzen für die individuellen Ungleichheiten der Atomogene für chemisch ungleiche Atome rührt die Konstanz des Produktes her; von der Ungleichheit der Figuren chemisch ungleicher Atome die Abweichung von der Konstanz.

Die Produkte können also nicht genau gleich sein; sie müssen zwischen engen Grenzen eingeschlossen sein. Sind sie aber genau gleich, dann können die Atomgewichte nicht richtig sein. Vernachlässigt man diese Grenzen, indem man statt ihrer einen einzigen Strich zieht $= 6 \cdot 4$, so ergibt sich aus dieser Vernach-

lässigung eine Abweichung vom wirklichen Atomgewichte in der zweiten Dezimalstelle.

Schon Prout hatte 1815 die Ansicht vertreten, daß der Wasserstoff das Urelement sei, woraus alle übrigen Elemente durch eine Art Kondensation entstanden seien. Da er aber mit dem Wasserstoffatome als der Einheit arbeitete, so waren die anderen Atomgewichte in einem spröden Verhältnisse dazu. Mit den späteren auf Dezimalen genauen Ermittelungen hätte er schon gar nichts anfangen können, da er vor allem ganze Zahlen brauchte. Da er das Wasserstoffatom nicht als ein Vielfaches von Atomogenen behandelte, weil ihm der Atomogenenbegriff überhaupt fehlte, so besaß er für das Ganze keine rechte Handhabe. Seine Ansicht wurde späterhin ganz aufgegeben.

Die Herstellung eines natürlichen „periodischen" Systemes der Elemente verursacht dieser Atomogenenhypothese keine Schwierigkeit. Im Gegenteile, es erscheint als ein die Phantasie anregendes Spiel, für die Atomarten solche Konstitutionsformeln zu entwerfen, daß alles, was durch natürliche physikalisch und chemisch ähnliche Eigenschaften zusammengehört, auch durch eine Ähnlichkeit in den Konstitutionsformeln und Konstitutionsfiguren hypothetisch zusammengehalten wird. Es ist sogar möglich, dasselbe Atom mit verschiedenen anderen abwechselnd unter anderen Gesichtspunkten nach wechselnden Ähnlichkeiten und Betrachtungsrichtungen in verschiedene Beziehungen nach wechselnden Ähnlichkeitsrichtungen zu bringen.

Die Gesamtheit aller Atome von gleicher Atomogenenzahl heißt dann in Übereinstimmung mit der chemischen Terminologie ein Element.

Ist die gesamte chemische Materie eines Weltraumteiles zu Atomen, aber noch nicht höher aggregiert, und sind keine isolierten Atomogene mehr vorhanden, ist also das Atomenwachstum für diesen Weltraumteil in dieser Zeit zu Ende, so kann man diese Materie atomisiert nennen. Diese Materie, sowie jede höher aggregierte, kann dann elementarisiert oder in Elemente differenziert heißen.

Der Ausdruck „atomisieren" bedeutet von der einen Seite eine Vereinigung, von der anderen eine Zersetzung. Wir sind natürlich gewohnt, ihn als Ausdruck für die Zersetzung zu gebrauchen.

In einem Weltraumteile kann selbstverständlich zu einer Weltzeit atomisierte Materie mit noch nicht atomisierter, noch nicht elementarisierter oder noch atomogenisierter Materie zugleich gemengt existieren. Es ist ganz unwahrscheinlich, daß diese beiden Zustände ungemengt je irgendwo oder irgendwann existiert hätten, da jeder mit dem vorhergehenden und selbst mit einem zweitvorhergehenden gemengt sein kann.

28. Die Gaskugeln aus Gas dritter Ordnung (Atomengas). Die Sonne hat die Quelle ihrer Wärme unverlierbar in sich selbst.

Sind Atome der chemischen Materie beliebiger Konstitution im freien Uratomenäther sich selbst überlassen, so werden sie sich in einem kugelförmigen Umrisse zu einer Atomengaskugel zusammenhalten. Die Eigenschaften dieser Gaskugel sind dieselben wie die des Prothylgases und die des Atomogenengases. Da aber die Aggregate dritter Ordnung einer neuen Geschwindigkeitsklasse mit viel niedrigeren Grenzwerten und einer viel niedrigeren Durchschnittsgeschwindigkeit angehören, so werden die durchschnittlichen Distanzen der durcheinander bewegten Aggregate, genommen von einem Aggregate zum nächsten, in jedem Zeitpunkte viel kleiner sein. Eine Atomengaskugel, die ebenso viele chemische Atome enthält als eine Atomogenengaskugel Atomogene, wird daher kleiner und dichter sein als diese. Eine Atomogenengaskugel wird wiederum kleiner und dichter sein als eine Prothylgaskugel, wenn die Zahl der Atomogene gleich ist der Zahl der Prothyleinheiten.

Ist aber eine Atomengaskugel aus einer Atomogenengaskugel entstanden, so ist die Zahl der Atome kleiner als die Zahl der frei gewesenen Atomogene. Die Atomengaskugel ist dann um so kleiner verglichen mit ihrem Urzustande.

Eine Gaskugel kann aus chemischen Atomen bestehen, weil sie so heiß ist, daß die höhere Aggregationsstufe des Moleküles nicht möglich ist. Sie kann aber auch deshalb aus Atomen bestehen, weil sie einem Weltzustande angehört, worin die Aggregation noch nicht zur Molekülbildung fortgeschritten ist, weil die Atome sich in der Verfolgung ihrer Bahnen ohne lenkende Anziehung aus der Ferne noch nicht getroffen haben, während

die relativ niedere Temperatur einen höheren Aufbau erlauben würde. In einem molekularisierten Gase treffen sich die Gasmoleküle verhältnismäßig leicht und häufig, auch wenn sie sich nicht aus der Ferne anziehen. Diese Verhältnisse darf man nicht unverändert auf ein atomisiertes Gas übertragen, weil die Atome, die einer Geschwindigkeitsklasse höherer Ordnung angehören, auch weit größere durchschnittliche Distanzen voneinander haben.

Da die Durchschnittswerte der Geschwindigkeiten der Atome von der chemischen Konstitution unabhängig sind, wie früher als die Konsequenz der Konstruktion gezeigt wurde, so werden in gleichen Raumteilen der Gaskugel, die vom Zentrum der Kugel gleich weit abstehen, in der Zeiteinheit durchschnittlich gleich viele Atome hindurchfliegen, und die verschiedenen chemischen Elemente werden in diesen Räumen durchschnittlich durch ihre Atome so vertreten sein, wie es dem Verhältnisse der Elementenmengen in der gesamten Gaskugel entspricht. Jedes atomisierte Element wird sich in der gemeinsamen Gaskugel so ausbreiten, als wären alle übrigen Atome vom selben Elemente.

In der Natur wird es keine reine Gaskugel aus Atomen geben. Erstens werden Gaskugeln verschiedener Ordnung kombiniert sein können und zweitens wird eine reine Gaskugel aus Atomen, wenn sie eine gewisse Größe überschreitet, sich infolge der ungleich verteilten Temperatur in verschiedene Aggregationsstufen selbst differenzieren müssen.

Sowie eine Bleikugel in das Zentrum einer frei schwebenden Wasserkugel einsinken würde, und die Wasserkugel wiederum in das Zentrum einer größeren frei schwebenden Luftkugel, die aus molekularisierten Gasen gemengt ist, so würde auch eine Luftkugel aus molekularisierten Gasen in das Zentrum einer größeren und dünneren Kugel einsinken, die aus atomisierten Gasen verschiedener Elemente gemengt ist; diese wiederum würde in einer größeren und dünneren Kugel aus Atomogengas in das Zentrum sinken, und diese wiederum in einer größeren und dünneren Kugel aus chemischen Prothyleinheiten; diese wiederum in einer noch größeren und dünneren Kugel aus jenen Elektrizitätseinheiten, die Aggregate mindestens erster Ordnung

von großer Geschwindigkeit sind. Diese letzte Kugel kann man auch die Elektrosphäre nennen.

Das Gleichnis des Steines und der Wasserkugel trifft nur insofern nicht zu, als der Stein das Wasser und das Wasser die Luft verdrängt, während die konzentrisch geordneten Gaskugeln verschiedener Ordnung einander im gemeinsamen zentralen Gebiete durchdringen.

Auch ein nicht kombinierter Gasball aus atomisierter Materie wird eine Differenzierung besitzen, die er sich selbst verschafft, und zunächst eine Differenzierung der Temperatur.

Eine Atomengaskugel wird die von außen einmal zugeführte Wärme nicht behalten, und im freien Uratomenäther sich selbst überlassen auf jene Eigenwärme herabsinken, die der Dichte des umgebenden Uratomenäthers angemessen ist. Ebenso wird eine Atomengaskugel, der von außen Wärme entzogen wird, nicht kalt bleiben, sondern sich selbst wiederum je Eigenwärme verschaffen, die der Dichte des umgebenden Uratomenäthers entspricht.

In diesem Falle befindet sich auch unsere Sonne, die der Hauptsache nach als eine Atomengaskugel behandelt werden kann.

Jedes Amer in jedem Atome der Sonnenoberfläche hat, wenn man es mit einem von außen kommenden Uratome vergleicht, entweder eine entgegengesetzte oder eine gleichsinnige Richtung. Im ersten Falle wird das Uratom von der Sonne zurückgesendet. Im zweiten Fall wird das Amer allerdings durchdrungen. Das Uratom gelangt aber nicht in die Sonne im allgemeinen, sondern zunächst insbesondere in den Binnenraum des Atomes, wo es nicht immer aber meistens längere Zeit gefangen gehalten wird. Wird das Uratom nach einigen Brechungen aus dem Binnenraume des Atomes entlassen, so hat es nicht notwendig die Richtung in das Sonneninnere beibehalten. Das chemische Atom entläßt die eingedrungenen Uratome in radiierten Bahnen nach allen Richtungen des Raumes ohne Bevorzugung einer bestimmten Richtung. Es wird daher ein Teil der eingedrungenen Uratome von der Sonne zurückgesendet, und ein anderer Teil dringt tiefer in die Sonne ein, bis er von anderen chemischen Atomen eingefangen wird. Es gehen daher alle nicht die Amere durchdringenden Uratome für das Innere der Sonne überhaupt ver-

loren, und alle durchdringenden gehen zum Teil verloren. Die zwischen den chemischen Atomen eindringenden Uratome gelangen unaufgehalten in tiefere Schichten, bis sie endlich ein chemisches Atom treffen.

Indem jedes chemische Atom der Sonne dasselbe tut, kann die Zahl der im Innern vorhandenen Uratome nur kleiner sein als sie wäre, wenn es keine Sonnenschichten gäbe, durch die die Uratome hindurchgehen müssen.

Im Zentrum der Sonne wird der Gehalt der Raumeinheit an Uratomen, die in der Zeiteinheit hindurchfliegen, am kleinsten sein. Das heißt also, dort ist die Eigenwärme der chemischen Gasatome am größten, dort sind die Atome nahe daran in Atomogene aufgelöst zu werden. Dort gibt es vielleicht noch freie Atomogene.

Wird eine größere Menge von Atomen im Zentrum der Gaskugel durch Erhöhung der Temperatur gleichzeitig in Atomogene aufgelöst, so gibt es eine Explosion, wie bei der plötzlichen Verwandlung einer Flüssigkeit in molekularisiertes Gas, oder wie bei der plötzlichen Verwandlung eines molekularisierten in atomisiertes Gas[1]). Die eingewickelten Geschwindigkeiten der Atomogene werden plötzlich gestreckt oder entwickelt, und die freien Atomogene gehen mit einer Geschwindigkeit höherer Ordnung. Dadurch wird ein Teil der Atomengaskugel durchbrochen, ein Teil auch von der Eruption des Atomogenes mitgerissen, während das Atomogen selbst durch den Wärmeverlust an der Oberfläche wieder die Fähigkeit gewinnt, sich zu chemischen Atomen und Elementen, zunächst zu dem kleinsten Aggregate oder dem Wasserstoffe, und dann zu Helium zu verdichten.

Sowie es auf unserem Planeten Lavaströme, Eruptionen molekularisierten Gases und Dampfausbrüche gibt, so gibt es auf der Sonne vielleicht Atomogeneruptionen, die die Atomensphäre durchbrechen.

Dieselbe Konstruktion läßt sich auch an dem Gegensatze zwischen einem Gasballe aus molekularisiertem Gase und einem Atomengasballe durchführen. Man erhält dann die Eruption eines atomisierten Gases durch die molekularisierte Sphäre hindurch,

---

[1]) Vergl. 32. Das Problem des Chemismus.

ohne daß ein Zerfall der Elemente in Atomogen stattfände. Man kann endlich auch Atomogen, atomisiertes und molekularisiertes Gas zu einem zentrierten Kugelsystem kombinieren.

Auch ohne Eruption wird im Innern einer großen Atomengaskugel beständig Atomogen erzeugt werden, das ebenso beständig nach der Oberfläche dringt, und in den weniger heißen Schichten wiederum atomisiert wird, so daß es ohne Eruption überhaupt nicht an die Oberfläche gelangt. Andrerseits wird beständig bereits atomisierte Materie in das Zentrum dringen, und dort in Atomogen verwandelt werden.

Die äußeren Schichten des Sonnenballes machen die inneren durch Abschirmung von Uratomen heiß. Diese selbsterzeugte Wärme findet ihre Grenze dadurch, daß zwischen der Zahl der austretenden und der eintretenden Uratome ein Gleichgewicht hergestellt ist. Wird das Sonneninnere noch heißer, und wird der Atomengasball dadurch lockerer und größer, so dringen in den größeren Distanzen zwischen den Atomen mehr Uratome ein, und die Temperatur im Innern sinkt, weil ein größerer Uratomengehalt, wie früher wiederholt erläutert wurde, eine geringere Wärme bedeutet. Sinkt die Temperatur der Sonne durch eine äußere Ursache, so rücken die Atome zusammen, und der Uratomengehalt im Innern nimmt ab, das heißt, die Temperatur im Sonneninnern steigt.

Ein Atomengasball im Weltall und überhaupt jeder Himmelskörper hat eine Eigenwärme, die der Dichte des umgebenden Uratomenäthers entspricht, und um so höher ist, je größer die Abschirmung der Uratome wird. Das heißt, Atomengaskugeln von gleichem chemischen Gemenge sind um so heißer, je größer sie sind.

Ein Gasball von der Größe unserer Sonne hat daher die Quelle einer unverlierbaren hohen Temperatur in sich selbst.

Die Sonne hat keine geborgte Wärme, die sich allmählich in die Umgebung verliert; auch keinen Kapitalsrest, den sie langsam aufzehrt, sondern eine hohe Eigenwärme. Zum Eispunkt künstlich abgekühlt müßte sie rasch wieder ihre jetzige Temperatur erreichen; hingegen überhitzt würde sie rasch Wärme abgeben und zur jetzt gegebenen Temperatur abgekühlt werden.

Periodische Schwankungen aufwärts und abwärts machen zunächst nur wahrscheinlich, daß die Dichte des Uratomenäthers, durch den die Sonne zieht, in langen Zeiträumen periodisch wechselt.

Die Sonnenflecken entsprechen großen Gebieten der Sonnenoberfläche, an denen die Lichtausstrahlung vermindert ist. Diese Veränderungen sind immer mit gewaltigen Stürmen in der Sonnenatmosphäre verbunden. Das Tatsächliche dieser Erscheinungen zwingt noch nicht zu dem Schlusse, daß in den Jahren der Fleckenhäufigkeit weniger Wärme ausgestrahlt werde. Das Gegenteil davon ist wahrscheinlicher. Es ist möglich, daß die Eruptionen des Sonneninnern den vulkanischen Eruptionen unseres Planeten analog sind, und in der Veränderung des Uratomenäthers, durch den das ganze Sonnensystem zieht, eine gemeinsame Ursache haben. Wenn die Sonnenflecken einen Blick in das Sonneninnere erlauben, dann kann aus diesen Öffnungen, die mitunter die Größe der Erdoberfläche haben, eben nur ein Stück einer Gaskugel heraussehen, die einer niederen Aggregationsstufe angehört, etwa dem Atomogen; die eine weit höhere Temperatur hat als die Oberfläche, aber infolge der weitaus größeren Verdünnung der Materie auf der nächst niederen Baustufe notwendigerweise lichtschwächer oder selbst dunkel sein muß.

Flammarion beobachtete seit 1886, daß gerade die Maxima der Sonnenflecken in heiße Frühlinge der Erdoberfläche fallen. Sonnenfleckenjahre, gewaltige Sonnenstürme und erhöhter Vulkanismus der Erdoberfläche scheinen aus einer gemeinsamen gleichzeitig eintretenden Ursache zu stammen.

Unser Planet ist im Gegensatze zur Sonne viel zu klein, um in seiner Gänze zu glühen. Er wird auch, worauf schon die Belebtheit seiner Oberfläche hindeutet, niemals an der Oberfläche geglüht haben. Es ist aber immerhin wahrscheinlich, daß der gesamte Planet einst viel größer und nicht nur ein Atomen-, sondern vorher auch ein Prothylgasball gewesen ist.

Hier ist die Stelle, wo sich Fechners „kosmorganische" Hypothese zwanglos in die monenergetische Betrachtungsweise übersetzen und rezipieren läßt.

29. Der „kosmorganische“ Zustand. — Die vermutliche Ursache der langsamen Rotation des Mondes.

Nehmen wir nun an, es sei eine Gaskugel aus chemischen Atomen gegeben; die Kugel hätte aber nicht die Größe unserer Sonne, sondern sie wäre kleiner als diese und größer als die feste Körperrinde oder Lithosphäre unseres Planeten.

In diesem Gasballe gebe es kein freies Prothyl mehr, auch keine freien Atomogene, sondern bereits Elemente, und die Elemente seien in der Form chemisch unverbundener Atome vorhanden. Die Molekülbildung sei überhaupt noch nicht eingetreten.

In diesem Zustande ist die Materie noch nicht belebt (d. h. assimilierend) und auch noch nicht im gegenwärtigen Sinne des Wortes unbelebt. Diese Einteilung in Belebtes und in Unbelebtes bezieht sich bereits auf Moleküle und deren Verbände, die es im atomisierten Zustande der materiellen Welt noch nicht gibt. Das, was Fechner den „kosmorganischen“ Zustand genannt hat, fällt sachlich im wesentlichen zusammen mit einer Gaskugel aus freien Atomen bei Temperaturen zwischen etwa 0° und 55° C. für eine gewisse Entfernung vom Zentrum der Gaskugel. Der kosmorganische Zustand ist nur innerhalb einer Kugelschicht denkbar. Außerhalb dieser Schicht wird es Atomisierung geben, aber keine Temperatur, bei der Leben entstehen könnte.

Die Gaskugel wird groß genug sein, um im Innern eine hohe Eigenwärme (durch Abschirmung einer großen Menge von Uratomen) zu erzeugen. Sie wird aber nicht groß genug sein, um eine gewisse entferntere Schicht über jene Temperatur zu erhitzen, wo noch Leben möglich wäre, wenn es entstünde. In noch größerer Entfernung vom Zentrum wird die Gaskugel sehr kalt sein.

Im Innern kann sich der atomisierte Gaszustand so gut erhalten wie in der Sonne. An der Oberfläche ist die Atomisierung nicht haltbar. Hier ist die Temperatur zu niedrig; das heißt, es sind zu viele Uratome vorhanden, die die Radiationen verstärken und dadurch die Molekularisation und späterhin die Aggregationen höherer Ordnung herbeiführen. Es werden sich Gasmoleküle bilden, Flüssigkeiten und feste Körper.

Die allmähliche Aufzehrung des atomisierten Gaszustandes

oder der Übergang vom Zustande der freien Atome in den Zustand der Molekularisation erfolgt bei einer Temperatur, in der das Leben erhalten bleiben könnte, wenn es entstünde. Der Übergang aus dem kosmorganischen Zustande in den molekularisierten ist nicht eine Folge der Abkühlung, sondern eine Folge davon, daß die Atome sich treffen, deren Bahnen günstig zueinander orientiert sind, sobald die Zeit gekommen ist, in der sie sich treffen müssen, ohne sich aus der Ferne angezogen zu haben.

Fechner arbeitete allerdings mit der Anziehung und der Abstoßung aus der Ferne. Sein Begriff des Kosmorganischen muß daher erst aus dem polyenergetischen Vorstellungskreis in den monenergetischen übersetzt werden, bevor er in eine monenergetische Uratomenhypothese rezipiert werden kann.

Ein Fortschritt nach einer höheren Aggregationsstufe nicht durch Temperaturentziehung, sondern durch Erschöpfung der in den Bahnen vorbereiteten Möglichkeiten des Zusammentreffens vereinigungsfähiger, aber noch nicht vereinigter Atome ist etwas, womit wir heutzutage gar nicht zu arbeiten gewohnt sind. Es gibt heute im Bereiche unseres Experimentes keine vereinigungsfähigen Atome, die sich noch nicht vereinigt hätten. Wenn wir den atomisierten Gaszustand vorübergehend künstlich herstellen, so zerreißen wir bereits vorhandene Moleküle, deren Teile sich schnell wieder zusammenfinden. Die Dämpfe des Quecksilbers, des Zinks, des Cadmiums gehören nicht mit Sicherheit hierher, wie an einer anderen Stelle begründet werden soll. Zur Erhöhung der Aggregationsstufe bedienen wir uns der Druckerhöhung oder der Temperaturerniedrigung. Die Erschöpfung von Stoßmöglichkeiten zwischen vereinigungsfähigen, aber noch nicht vereinigten Atomen in der Länge der Zeit lediglich durch günstige Lage der Bahnen und Orte ist dem Vorstellungskreise des modernen Experimentators fern liegend, weil es sich da um einen prähistorischen Zustand unseres Planeten handelt, der auf der Oberfläche unseres Planeten überwunden ist.

Sobald man die Zusammenziehung der kosmorganischen Schicht unseres Planeten zu einer molekularisierten Erdrinde, Meer und Atmosphäre auf Wärmeentziehung von außen oder auf Anziehung aus der Ferne zwischen den Atomen zurückführt,

sobald hat man sich selbst einen Widerspruch bereitet, aus dem man sich häufig dadurch befreit, daß man ihn nicht bemerkt.

Nicht nur unser Planet, sondern jeder Himmelskörper, der groß genug ist, erzeugt demnach in sich selbst durch die Abschirmung der Uratome eine solche Eigenwärme, daß er im Innern heiß ist. Wird der ganze Himmelskörper infolge seiner Größe im atomisierten Gaszustande erhalten, so wird er selbst leuchtend. Besteht aber der Gasball aus Atomogenen, oder nur aus freiem Prothyl, so kann er auch dunkel sein infolge der großen Distanzen der Teilchen voneinander und der geringen Eigenwärme der Einheiten. Bei geringerer Größe wird der Himmelskörper einen heißen Kern und eine dunkle Rinde haben können. Von der Größe wird es abhängen, ob das Innere ein Gasgemenge dritter oder vierter Ordnung, eine Flüssigkeit, ein Magma oder ein starrer Kern ist. Die Größenunterschiede entscheiden bei ursprünglicher Gleichheit des Gasgemenges. Bei ungleichen Gemengen entscheidet der Dichtenunterschied, da es sich um die Resultierende aus den Radiationen aller Amere handelt, die in einem Raume enthalten sind.

Unser Planet muß nicht beständig erkalten und sein Volumen verringern. Er wird sich wie jeder Himmelskörper in seiner Eigenwärme selbst regulieren. Die Eigenwärme wird periodisch nach oben und nach unten abwechselnd reguliert werden. Dadurch ist die Erdrinde in beständiger Spannung erhalten, die infolge des ungleichen Baues der Rinde ungleich verteilt ist. Es vergeht kaum eine kurze Zeit, worin nicht an irgend einem Punkte der Erdoberfläche eine Erschütterung stattfindet. Das Volumen wird periodisch abwechselnd vergrößert und verkleinert werden, wobei die Perioden sehr lang sein können. Infolge der Tendenz zur Kugelgestalt wird das Festland die Tendenz zu sinken haben, der Meeresboden die Tendenz zu steigen; an den Küsten wird das Verhalten wechseln. Die Veränderung der Erdoberfläche wird besonders eingreifend sein, wenn durch eine tektonische Veränderung der Oberfläche das Gleichgewichtsverhältnis so verändert wird, daß eine Verlegung der Rotationsachse daraus folgt. Durch sich selbst wird die Verlegung der Rotationsachse nicht erfolgen können. Wird sie aber ermöglicht, dann wird sie eine viel gewaltigere Wirkung haben als irgend etwas anderes.

Der Mond wird allerdings dahin gedeutet, daß er infolge seiner Kleinheit seine Wärme rascher verloren habe. Es wird von ihm geglaubt, daß er die Zukunft unseres Planeten anzeige. Machen wir Ernst mit der hypothesenfreien Denkweise, und fragen wir uns, was wir aus der Erfahrung ohne Hypothese von den $^4/_{10}$ der Oberfläche des Mondes wissen, die von uns beständig abgekehrt sind. Wir müssen doch sagen, daß wir exakt genommen nur schließen können, daß auch diese Seite von der Gestalt einer Kugel nicht allzusehr abweichen wird.

Wenn der Mond ein Meer haben sollte, so müssen wir uns darüber klar sein, wo er eines haben könnte, wenn er überhaupt eines hat. Wir sind gewohnt, die Schichtung von Festland, Hydrosphäre und Atmosphäre vom Standpunkte unseres Planeten zu behandeln. Wir sollten aber auch bedenken, daß der Mond stärker von der Erde gravifiziert wird als die Erde vom Monde, da sich die Masse der Erde zur Masse des Mondes wie 79·7 zu 1 verhält.

Wäre der Mond ein Planet erster Ordnung, und hätte er ein Meer und eine Atomosphäre, so würde sich das Meer über die feste Rinde des Mondes ebenso verteilen wie auf unserem Planeten, und nur die Höhenunterschiede der festen Rinde wären im selben Breitegrade für die Verteilung von Wasser und Land entscheidend. Die Atmosphäre wäre niedriger und dünner, weil sie der kleineren Masse des Mondes angemessen hoch und dicht wäre; sie wäre aber um die ganze Hydrosphäre des Mondes herum nach Analogie unserer Atmosphäre angeordnet.

Nun ist aber das Meer des Mondes, wenn es ein solches gibt, nicht nur im Banne der Gravifikation durch den Mondkörper, sondern auch im Banne der Gravifikation durch die Erde. Jedes Wasserteilchen des Mondmeeres wird nicht nur nach dem Mondzentrum gestoßen, sondern gleichzeitig auch nach dem Erdzentrum. Würden Erde und Mond zusammenfallen können, so wäre die Geschwindigkeit, mit der der Mond zur Erde fiele, in jedem Zeitpunkte ungefähr 80mal so groß wie die Geschwindigkeit, mit der die Erde dem Mond entgegenkäme, wenn der Standpunkt für die Messung dieser Zusammenbewegung außerhalb der beiden Himmelskörper genommen wird.

Ein Wasserteilchen des Mondmeeres wird viel stärker zur

Erde gravifiziert als ein Wasserteilchen eines irdischen Ozeans zum Monde. Ein Gesteinsteilchen und ein Eisteilchen des Mondes werden gleichschnell zur Erde fallen.

Die feste Rinde des Mondkörpers wird daher durch den Auftrieb der in Konkurrenz fallenden Aggregate im Verhältnisse zum Mondmeere, in doppelter Weise sinken. Das heißt, das Festland des Mondes wird vom Mondmeere überflutet, weil das Gestein im Mondmeere nach dem Mondzentrum hin untersinkt, gerade so wie auf unserem Planeten der Stein im Meere untersinkt. Das ist der Auftrieb im Monde vom Mondzentrum aus. Dazu kommt noch der Auftrieb im Monde vom Erdzentrum aus. Der feste Mondkörper sinkt im Mondmeere auch unter in der Richtung zum Erdzentrum.

Das Zentrum der festen Mondkugel muß daher, wenn es ein Mondmeer geben sollte, der Erde näher liegen als das Zentrum der Mond-Hydrosphäre. Das heißt, das Mondmeer, wenn es eines gibt, kann nicht die ganze Mondkugel umhüllen, sondern nur einen Meniskus bilden, der auf der von uns abgewendeten Seite des Mondes liegen muß, und dessen Zentrum mit dem Zentrum der festen Mondkugel nicht zusammenfällt, sondern vom Erdzentrum weiter entfernt ist. Tatsächlich nehmen die Astronomen an, daß der Schwerpunkt des Mondes etwa 59 Kilometer hinter dem geometrischen Mittelpunkte liegt, wenn man die uns zugekehrte Seite des Mondes zu einer Kugel abgerundet denkt.

Die uns zugekehrte Seite des Mondes wird daher immer eine wasserlose Wüste sein. An dieser Seite kann kein Meer sein, auch dann nicht, wenn der Mond eines haben sollte.

Auf unserem Planeten nimmt der Auftrieb durch den Mond keine solchen Dimensionen an, weil die Mondmasse nur annähernd den achtzigsten Teil der Erdmasse ausmacht. Immerhin ist es sehr wahrscheinlich, daß in jedem Flutpunkte der feste Erdkörper dem Monde um einen geringen Betrag näher kommt, oder mit anderen Worten, daß das Meer und die Atmosphäre durch den Auftrieb des Mondes niedriger werden. Es wird nur diese Erscheinung durch die Rotation der Erde überdeckt. Die Flut, die wir auf unserem Planeten kennen, ist eigentlich eine Wasserstauung infolge der Rotation des Planeten, und zwar an dem Orte des Maximums und des Minimums der Dichte des

Uratomenäthers, die von der Radiation der Uratombahnen durch den Mond in erster Linie und durch die Sonne in zweiter Linie abhängt. Durch die Stauung wird der Wasserstand höher. Es ist aber die Frage, ob die Flut auf der dem Monde näher liegenden Seite nicht relativ niedriger sei als die Flut im Gegenpunkte.

Auf dem Monde unterbleibt die Ebbe und die Flut, weil die Rotationszeit mit der Revolutionszeit zusammenfällt. Dieses Zusammenfallen würde durch die Anwesenheit eines Meeres auf der von uns abgewendeten Seite am leichtesten zu erklären sein. Da der Meermeniskus auch bei schnellerer Rotation immer von uns abgewendet bleibt, so müßte jede Rotation des Mondes, die nicht in der Umlaufszeit je einmal beendet wird, eine ungeheure Reibung des Meeresbodens gegen den Meermeniskus zur Folge haben. Jede Rotationszeit des Mondes, die größer oder kleiner wäre als die Umlaufszeit, müßte durch den Meermeniskus in der kürzesten Zeit wieder zur Gleichheit gebracht werden. Es liegt hier ein Fall der Selbstregulierung vor, und nicht ein allmähliches Erlahmen der ursprünglich rascheren Rotation durch Flutstauungen gegen die Festländer, wie George Darwin annahm.

Dieselbe Erwägung wie für das Mondmeer gilt auch für die Mondatmosphäre. Die Atmosphäre mag immerhin dort, wo sie sich für uns durch Lichtbrechung bemerkbar machen kann, überhaupt nicht oder nur in sehr geringer Dichte und Höhe vorhanden sein. Sowie die feste Mondrinde sich der Erde mehr nähern muß als die etwa vorhandene Wasserhülle, so muß auch die Wasserhülle wiederum innerhalb der Atmosphäre, wenn es eine solche gibt, gegen die Erde sinken. Das Zentrum des Atmosphären-Meniskus muß noch weiter von der Erde entfernt sein, als das Zentrum des Meeres-Meniskus. Die Atmosphäre ist, wenn sie existiert, nur auf der abgewendeten Seite des Mondes möglich.

Wir sind zu sehr gewöhnt, uns ein Gasgemenge als etwas vorzustellen, das sich nach allen Richtungen im Raume ausbreite. Daher denken wir leicht, wenn der Mond eine Atmosphäre hätte, so müßte sie überall um ihn herum gleich hoch sein. Eine genügend große Gasmenge hat aber gar nicht das Bestreben,

sich in die Unendlichkeit zu verlieren; sie hat nur die Eigenschaft, sich selbst zu einer Gaskugel von angemessener Größe und Dichte zu formen. Sinkt in diese Gaskugel eine feste Kugel hinein, so umwallt das Gas die Kugel als eine überall gleich hohe Atmosphäre. Wird aber diese zentrale feste Kugel von einer größeren aus nicht allzu großer Entfernung gravifiziert, so sinkt die zentrale feste Kugel dieser größeren durch Auftrieb des Gases entgegen, wie bei uns ein Stein durch die Luft zu Boden fällt, und die Atmosphären-Meniskus umgibt die feste Kugel exzentrisch oder in ungleicher Höhe.

Wenn daher der Mond Wasser und Luft haben sollte, so kann er sie nur in exzentrisch angelegten Menisken an der von uns abgewendeten Seite haben. · Was uns zugekehrt ist, ist vielleicht trocken gelegter, des Wassers und der Luft beraubter ehemaliger Meeresboden, wenn der Mond eine kleine Differenz zwischen Rotationszeit und Revolutionszeit haben sollte, die in außerordentlich langen Zeiten immerhin das Resultat haben könnte, daß sich der feste Mondkörper unter dem Mondmeere langsam durch Rotation verschiebt. Die vulkanische Tätigkeit würde während der Bedeckung durch das Meer wahrscheinlich auch jetzt noch vor sich gehen können, während der trocken gelegte und uns zugekehrte Teil der Oberfläche wahrscheinlich die vulkanische Tätigkeit einstellt.

Wenn man das alles erwägt, so erscheint es nicht unwahrscheinlich, daß auf dem Monde auch jetzt noch eine Seeflora und eine Seefauna existiert. Es sind auch Inselbildungen und selbst Kontinente nicht ausgeschlossen.

Es ist ebenso leicht, den Mond als einen abgestorbenen und erstarrten Himmelskörper aufzufassen, als es leicht ist, ihn als belebt, sogar als einen jungen und kleinen Himmelskörper darzustellen. Exakt beweisen läßt sich weder das eine noch das andere. Wir kennen von dem Monde nur die eine Seite. Gerade diese Seite hat die weitaus größere Fähigkeit das Licht zu reflektieren, falls auf der anderen Seite Wasser, Wolken und vielleicht mit Vegetation bedecktes Festland sein sollten.

D. Aggregate vierter Ordnung. Chemische Gasmoleküle.

30. Aggregation von chemischen Atomen zu Gasmolekülen.

Chemische Atome des Gaszustandes dritter Ordnung können in einem früheren Weltzustande durch die günstige Lage ihrer Bahnen im Laufe der Zeit zusammentreffen, ohne sich aus der Ferne angezogen zu haben.

Es handelt sich dabei nicht wie heute um Druckerhöhung, nicht um Wärmeentziehung, sondern um etwas, was es jetzt auf unserem Planeten nicht mehr gibt, nämlich um die noch nicht erschöpfte Möglichkeit von Zusammenstößen vereinigungsfähiger, aber noch nicht zur Vereinigung gelangter Atome bei beliebigen Temperaturen.

Nimmt man eine Anziehung aus der Ferne an, so beraubt man sich selbst der Möglichkeit der Vorstellung der allmählichen Vollziehung und Erschöpfung dessen, was durch günstige Lage der Bahnen und Orte an den Bahnen vorbereitet ist. Alles müßte dann vorzeitig in eines zusammenstürzen, und es bleibt ein Rätsel, warum nicht schon längst alles in einen einzigen Klumpen zusammengefallen ist. Dabei muß immer noch angenommen werden, daß der atomisierte Zustand überall auch an der Oberfläche der Gaskugeln mit enorm hoher Temperatur verbunden gewesen sei, weil eben die Atome bei Anziehung aus der Ferne durch die Temperatur auseinandergehalten werden müssen. Die Folge dieser Glut- und Schlackenphantasie ist dann die gewaltsame hypothetische Belebung der ausgeglühten Materie.

Treffen zwei freie Atome zusammen, so wird sich der Atomenstoß nach Analogie des Stoßes zwischen Prothyleinheiten und zwischen Atomogenen abspielen. Eine eigentliche Berührung unterbleibt. Die Atome, die sich mit den vorangerichteten führenden Atomogenen nähern, drehen sich während der Annäherung so, daß die führenden Atomogene nach außen gerichtet sind, und die langsamsten Atomogene nach innen. Die Eigenrichtungen sind einander genau entgegengesetzt und die Atome beginnen sich in jenen Richtungen zu verlassen, in die sie sich während der Annäherung gedreht haben. Die Begründung ist dieselbe wie beim Stoße zwischen Prothyleinheiten.

Was nun geschieht, hängt von dem Verhältnisse der Eigengeschwindigkeiten der Atome ab. Die Eigengeschwindigkeiten sind mit der Temperatur variabel.

Sind die Atome gegeneinander sehr schnell, so entkommen sie einander, und der atomisierte Gaszustand bleibt erhalten.

Sind die Atome gegeneinander genügend langsam, so wird mindestens das eine im Banne des anderen gefangen genommen, oder die Atome fesseln sich gegenseitig. Da die Eigengeschwindigkeiten chemisch ungleicher Atome (vom monenergetischen Standpunkte) durchschnittlich gleich sind, so entscheidet für das Entkommen die Geschwindigkeit, insofern diese mit der Temperatur variiert, und außerdem der Massenunterschied. Gewisse Atome, die bei niederer Temperatur einander fesseln, vermögen bei hoher Temperatur einander zu entkommen. Kommen ungleiche Atome zusammen, so wird das Atom mit größerer Amerenmasse mehr Uratome in der Absorptionsphase absorbieren, und daher stärker anziehend oder zurücktreibend wirken als das kleinere Atom. Dabei wirkt nicht die Amerenmasse als solche allein, sondern auch die Konstitution oder Figur des Atomes durch die Zahl der Binnenräume, in denen Uratome gefangen gehalten werden können. Außerdem wirkt jedes Atomogen durch seine Radiationen und Absorptionen.

Ein Atom wird in der Absorptionsphase des anderen gegen dieses zurückgetrieben. In der Emissionsphase entfernt es sich wieder in seiner Eigenrichtung mit seiner Eigengeschwindigkeit. Die Konstruktion der periodischen Innenbewegung erfolgt analog den niederen Baustufen.

Ob zwei Atome ungleicher Konstitution zu einem Aggregate vierter Ordnung vereinigt bleiben, das hängt wiederum von der Temperatur ab und außerdem von der durch die Uratome vermittelten Fesselung, die von den zwei Atomen verschieden stark ausgeht. Die Ursache der Nichtvereinigung kann bei einer Temperatur, die andere Vereinigungen bereits gestattet, in der zu schwachen Anziehung der genäherten Atome liegen. Gelingt die Vereinigung, so kann sie durch eine gegenseitig gleich starke Fesselung bedingt sein, wie ein Chloratom ein anderes festhält, oder sehr einseitig verteilt sein. Ein Chloratom wird ein Wasserstoffatom weit stärker halten, als das Wasserstoffatom das Chloratom.

Die Vereinigungsfähigkeit der Atome ist daher auch bei gleichen Temperaturen trotz der von der chemischen Konstitution unabhängigen und zwischen denselben Grenzen liegenden Eigengeschwindigkeiten von den chemischen Konstitutionen der Atome (von der Atomogenenstruktur) abhängig.

Vereinigen sich zwei Atome zu einem Aggregate vierter Ordnung, so ist dieses ein zweiatomiges Gasmolekül.

Das Gasmolekül erzeugt aus den gebrochenen und eingewickelten Atomgeschwindigkeiten die translatorische Eigengeschwindigkeit und die translatorische Eigenrichtung des Aggregates vierter Ordnung ganz nach Analogie der niederen Baustufen.

Aus denselben Ursachen werden die individuell ungleichen Eigengeschwindigkeiten der Gasmoleküle zwischen weit engeren Grenzen liegen als die Geschwindigkeiten der Atome, und der Durchschnittswert für Gasmoleküle wird tiefer liegen als der Durchschnittswert für freie Atome.

Da die Grenzen der Eigengeschwindigkeiten der freien Atome von der chemischen Konstitution und der Atomogenenzahl im Atome unabhängig waren, so werden auch die Grenzen der Eigengeschwindigkeiten der Gasmoleküle von der chemischen Konstitution unabhängig sein. Die Eigengeschwindigkeiten der Gasmoleküle ungleicher chemischer Beschaffenheit werden bei gleichen Temperaturen und relativ großen individuellen Ungleichheiten durchschnittlich gleich sein.

Es können sich zwei bis sechs Atome zu einem Gasmoleküle vereinigen, und bei sechs in einem kugelförmigen Umrisse enthalten sein, ohne daß die translatorische Eigengeschwindigkeit des Gasmoleküles in eine andere Geschwindigkeitsklasse geschoben wird. Die Begründung ist analog der Konstruktion der Geschwindigkeit der Atomogene.

Ein Gasmolekül kann weit mehr als sechs Atome enthalten, indem für jedes der zwei bis sechs Atome des Kernes des Gasmoleküles eine Atomengruppe substituiert werden kann. Sind die Phasen aller Gruppen gleichzeitig, so bleibt die Geschwindigkeit des gesamten Moleküles in der Geschwindigkeitsklasse der zweiatomigen Moleküle. Die Begründung ist dieselbe wie bei den Prothyleinheiten und bei den Atomen.

Die Konstitution des aus Atomogenen gebauten Atomes wiederholt sich auf der höheren Baustufe als die Konstitution des aus Atomen gebauten Gasmoleküles. Das Aggregat vierter Ordnung muß nicht immer als ein Teilchen eines Gases behandelt werden. Es kann auch in höhere Aggregationsstufen derart rasch aufgenommen werden, daß der gasförmige Zustand nicht zur Entwicklung kommt.

Für die Zahl der vereinigungsfähigen Atome ist auch die Konstitution aus Atomogenen entscheidend.

Im Kohlenstoffatome sind zum Beispiel 72 Atomogene unterzubringen. Formt man zuerst einen Kern aus sechs Atomogenen in einem kugelförmigen Umrisse, so kann man ein Atomogen durch eine Gruppe von sechs Atomogenen ersetzen. In dieser Gruppe läßt sich wiederum das äußerste Atomogen durch eine Gruppe aus sechs Atomogenen ersetzen. Man kann, wie Seite 139 gezeigt wurde, vier Arme formen, die gleich lang sind, sich in rechten Winkeln schneiden, und je $5 \times 3 + 3 = 18$ Atomogene enthalten.

An dem Ende eines dieser Arme wird sich das langsamste oder führende Atomogen befinden; am entgegengesetzten Ende des anderen Armes wird der immer hintennach gerichtete Pol der größten Atomogengeschwindigkeit oder das schnellste Atomogen liegen. Beide Arme enthalten zwischen beiden Polen die Eigenrichtung des Atomes. Der dritte und vierte Arm sind so geordnet, daß sie um die auf Seite 139 beschriebene Drehungsachse des Atomes durchaus in Gleichgewichtslagen drehbar sind, so daß das gesamte Atom in der Ebene entwickelt sein kann. Die Winkel der beweglichen Arme mit der Achse der Bewegungsrichtung des Atomes müssen nicht genau eingehalten bleiben.

Das Atom hat in dieser Weise seine Eigengeschwindigkeit und seine Eigenrichtung.

Nun treffe es mit einem Sauerstoffatom zusammen, das nach der früher entwickelten Hypothese aus 96 Atomogenen besteht. Diese Atomogene sind jetzt anders unterzubringen, etwa in zwei Armen zu je 48 Atomogenen. Die Arme könnten kürzer und dicker geformt werden als sie für das Kohlenstoffatom geformt wurden, wenn in die substituierenden Atomogengruppen aber-

mals seitlich substituiert würde. An dem äußeren Ende des einen der beiden Arme findet sich das führende Atomogen des Sauerstoffes, bei der Bewegung vorangerichtet.

Treffen sich nun das Kohlenstoffatom und das Sauerstoffatom, so werden sie schon während der Annäherung sich ebenso drehen wie zwei Atomogene oder wie zwei Prothyleinheiten. Sie werden die führenden Atomogene nach außen drehen, und die in der Bewegung hintennach gerichteten Pole einander zukehren. Dadurch drehen sie sich in solche Eigenrichtungen, daß sie sich mit ihren Eigengeschwindigkeiten zu verlassen beginnen, ohne sich berührt zu haben. In der Absorptionsphase des einen Atomes wird das andere durch Entziehung von Uratomen in der Eigenbewegung gelähmt und ohne Umkehr der Bewegungsstruktur zurückgestoßen, ohne zur Berührung zu kommen. In der Emissionsphase des einen entfernt sich wiederum das andere. In dieser Weise werden beide zu einem periodischen Bewegungsspiele oder zum Gasmoleküle zusammengehalten.

Nun haben sich die Atome selbst so gedreht und gerichtet, daß sie nur mit diesen zwei Atomogenen, mit diesen Polen zur größten Annäherung kommen konnten. Das Kohlenstoffatom hatte daher nur einen von den vier Armen, mit den es nur einen von den zwei Armen des Sauerstoffes erfassen konnte.

Die beiden Arme des Sauerstoffes sind um das Zentrum des Atomes beweglich. Solange das Sauerstoffatom sich selbst überlassen ist, werden die beiden Arme in eine Gerade gestreckt sein. An dem einen äußeren Ende wird das führende oder langsamste Atomogen sein, am äußeren Ende des anderen Armes das schnellste oder das bei der Führung am weitesten vor- und zurückgehende Atomogen sein.

Sobald der geführte Pol des Sauerstoffes und der geführte Pol des Kohlenstoffes einander gebannt haben, sobald kann das Sauerstoffatom durch das Uratomenspiel gegen das Kohlenstoffatom gedreht werden, und auch das Kohlenstoffatom gegen jenes. Es sind beiderseits zwei Drehungspunkte: die Annäherungsstelle zwischen den beiden Atomen und die Zentren der Atome. Der Sauerstoffarm wird daher zugleich gedreht und gebogen werden, bis ein Sauerstoffarm mit seinem Ende dem Ende eines Kohlenstoffarmes bis fast zur Berührung genähert ist.

Dadurch entsteht das Gasmolekül CO.

Dieses Molekül ist in sich als Molekül existenzfähig. Es ist nicht notwendig und auch nicht immer möglich, daß der Kohlenstoff mit allen vier Armen nach dem Sauerstoffe greife.

Da aber der Kohlenstoff noch zwei Arme frei hat, und an einem der freien Arme sich das führende Atomogen befindet, so kann das Kohlenstoffatom noch einmal ein freies Sauerstoffatom fassen. Dadurch entsteht das Gasmolekül CO_2.

Das erstere Molekül CO heißt ungesättigt, das letztere CO_2 gesättigt.

Die Zahl der verschiedenen Arme der Atome entspricht genau der Zahl dessen, was in den Theorien der konstanten und der variablen Valenzen die Valenz genannt wird. Das betrifft nur die Zahl. Der Begriff der Valenz selbst deckt sich nicht mit dem Begriffe dieser Vereinigungsmöglichkeiten. Es ist nämlich für die Existenz eines Moleküles ganz gleichgültig, ob alle Arme eines Atomes mit anderen Armen anderer Atome in größter Annäherung stehen, oder ob es freie Arme gibt. Das ungesättigte Molekül ist als Molekül ebenso fertig wie ein gesättigtes. Es hat vor dem gesättigten nur den Vorzug eines Restes unverbrauchter Vereinigungsmöglichkeit voraus. Die Valenzhypothesen sind in diesem Punkte in große Verlegenheiten geraten, weil die Valenzen Anziehungen aus der Ferne waren, wenn auch aus sehr kleinen Distanzen, die keine Ruhe gaben, wenn sie nicht befriedigt wurden. Daher mußten die ungesättigten Valenzen neben den gesättigten eingeführt werden, die variablen Valenzen neben den konstanten, und schließlich die übersättigten Verbindungen neben den gesättigten. Im Grunde genommen sind alle diese Begriffsbildungen versteckte Negationen der ursprünglichen Hypothese konstanter gesättigter Valenzen, von der kaum mehr ein exakter Kern übrig ist.

Die sogenannten einwertigen Atome werden als isolierte Arme zu konstruieren sein, indem man nur ein Atomogen des Atomansatzes durch eine Gruppe aus sechs substituiert, und die Substitution nur nach einer Richtung fortsetzt, wobei man aber durch seitliche Substitutionen den Arm auch verschieden kurz und dick formen kann.

Verbindet sich ein einwertiges (einarmiges) Atom mit einem

11*

anderen einwertigen, so entsteht ein geradegestrecktes Stabgebilde. Die führenden Atomogene sind jederseits an den äußeren Enden der Atome oder an den beiden Enden des Stabes. Dort, wo die beiden Atome sich nahezu (aber nicht wirklich) berühren, sind die in der Eigenrichtung der Atome hintennach gerichteten Pole. Das langsamere der beiden Atome wird zum führenden Atome des Gasmoleküles. Die Begründung ist dieselbe wie für die niederen Baustufen.

Die Verbindung ist also vom Standpunkte der Valenzhypothese „gesättigt". Sie ist es trotzdem nicht. Es steht nichts im Wege, daß ein drittes einarmiges Atom herankomme, und daß alle drei Arme sich mit den „geführten" Polen um einen Punkt gruppieren, die „führenden" Pole nach außen gekehrt, und in gleichen oder nicht sehr ungleichen Winkeln im Raume voneinander abstehen. Das langsamste der drei Atome wird zum „führenden" des Moleküles.

Es macht nicht die mindeste Schwierigkeit, daß auch sechs einwertige Atome ein echtes Molekül bilden. Das Jodpentafluorid JFl_5 bereitete der Valenzhypothese eine unüberwindliche Schwierigkeit. Für den hier vertretenen Standpunkt ist es so gut wie unmöglich, eine Schwierigkeit überhaupt zu finden.

Ein Atom *A*, das mit einem anderen Atome *B* bei der Temperatur *t* zu einem Moleküle vereinigungsfähig ist, kann man in Bezug auf *B* bei dieser Temperatur molekularisierbar nennen. *A* und *B* zusammen können nach der Vereinigung molekularisiert heißen.

Es ist unpraktisch, von Molekülen schlechtweg zu reden. Ein Gasmolekül ist wesentlich etwas anderes und von niedrigerer Ordnung als ein Flüssigkeitsmolekül, und dieses wiederum ist wesentlich von niederer Ordnung als ein Molekül eines festen Körpers. Ein fester Körper ist wiederum wesentlich auf einer höheren Stufe als die Summe seiner zerstreuten Moleküle, die in ihrer Häufung einen feinsten oder molekularisierten Staub, aber noch keinen festen Körper ergeben.

Mit der Temperatur der Atome verändert sich ihre korrelative Molekularisierbarkeit. Je wärmer die Atome sind, desto größer ist ihre Eigengeschwindigkeit, und desto geringer ist ihre Molekularisierbarkeit.

Die Eigenwärme der Moleküle entwickelt sich analog zur Eigenwärme der Atome. Auch sie ist mit der Zahl der in der Zeiteinheit durchdringenden Uratome variabel.

31. Die Gaskugeln aus Gas vierter Ordnung. Die Gestalt der Kometen.

Sind viele Gasmoleküle im freien Uratomenäther sich selbst überlassen, so werden sie sich selbst zu einer Gaskugel formen. Das einzelne Molekül wird durch die Radiation des nächsten einzelnen nicht stark genug beeinflußt, um zu ihm hingestoßen zu werden. Hingegen ist die Resultierende aus den Radiationen sämtlicher Moleküle hinreichend wirksam, um das einzelne Molekül dem Ganzen der Gaskugel zu erhalten.

Eine Gaskugel aus Gas vierter Ordnung verhält sich so wie eine Gaskugel aus Prothyl oder aus Atomogen oder aus atomisierter Materie. Da die Gasmoleküle einer niederen Geschwindigkeitsklasse angehören, so wird eine Kugel aus molekularisiertem Gase weit kleiner und dichter sein als eine Kugel aus freien Atomen, wenn die Zahl der freien Atome gleich ist der Zahl der Moleküle. Eine Kugel aus molekularisiertem Gase wird daher um so kleiner sein als jene Kugel aus atomisiertem Gase, aus deren Verdichtung die erstere entstanden ist.

Die Atmosphäre unserer Erde würde, wenn man sie vom Planeten abziehen könnte, eine Gaskugel bilden.

Ein Gasgemenge sowie ein elementar reines Gas hat nicht die Tendenz, sich nach allen Weltrichtungen zu zerstreuen, sondern die Fähigkeit, eine Kugel zu bilden, deren Größe von der Zahl der Gasmoleküle und von der durchschnittlichen Eigengeschwindigkeit dieser Moleküle abhängt. Schneidet man aus dieser Kugel oder aus der Atmosphäre unserer Erde einen kleinen Teil heraus, indem man ihn in ein Gefäß einsperrt, so hat natürlich dieser kleine Teil die Tendenz, seine Moleküle nach allen Richtungen innerhalb dieses Gefäßes zu senden. Den freien Uratomen überlassen, würde sich eine relativ große Gasmenge weit entfernt von unserem Planeten zu einer Kugel formen. Die Gasmenge darf aber nicht zu klein sein. Sobald die Summe der Radiationen aller übrigen Gasmoleküle das einzelne Molekül

nicht mehr hinreichend stark beeinflußt, sobald löst sich diese kleine Gasmenge durch die unbeeinflußten Eigenrichtungen der Moleküle nach allen Weltgegenden auf.

Unsere Atmosphäre kann als der Rest einer großen Gaskugel behandelt werden, deren Materie zum größeren Teile in höhere Aggregationsstufen übergegangen ist. Die Dichte unserer Atmosphäre stammt nur zum kleineren Teile aus den Radiationen aller Gasmoleküle, zum entscheidenden Teile aus den Radiationen der festen Lithosphäre und des Erdinnern. Würde der feste Planet in Gasform zurückgeführt werden können, so wäre der entstehende Gasball nicht bloß um die Volumsänderung des festen Teiles durch die Vergasung größer, sondern noch viel mehr im Raume ausgedehnt, weil die Summe aller anderen Gasmoleküle auf das einzelne sich jetzt aus Radiationen zusammensetzt, die aus größeren Entfernungen wirken.

Für den Stoß zwischen zwei Gasmolekülen gilt dasselbe wie für den Stoß zwischen zwei Aggregaten einer niedereren Ordnung. Eine Berührung findet nicht statt. Die Gasmoleküle nähern sich nicht durch unmittelbare Anziehung des nächsten Gasmoleküles aus der Ferne, sondern nur durch die Lage ihrer Bahnen. Diese Bahn ist durch zwei Komponenten bestimmt: durch die geradlinige Eigenrichtung und durch den Einfluß der Summe der übrigen Moleküle der ganzen Gaskugel, wodurch die Bahn vielfach gebrochen und in der Schematisierung krumm wird. Die Gasmoleküle gehen mit dem langsamsten Atome vorangerichtet. Bei der Annäherung drehen sich die Gasmoleküle so, daß die führenden Atome nach außen gerichtet werden, und die Gasmoleküle bereit sind, sich in gerade entgegengesetzten Richtungen, in die sie sich bei der Annäherung gedreht haben, zu verlassen.

Sind die Gasmoleküle korrelativ zueinander schnell genug, und sind sie korrelativ zueinander klein genug, um keine großen Uratomenwirkungen zu setzen, so entkommen sie einander nach der Annäherung, und der Gaszustand bleibt erhalten. Die Erhöhung der Eigenwärme begünstigt das Entkommen. Kleine Moleküle entkommen kleineren leichter als größeren, weil die größeren eine ausgiebigere Radiation entwickeln.

Wird in einem Gasgemenge eine größere Zahl von Gas-

molekülen gleichzeitig atomisiert, so erfolgt eine Explosion. Die frei gewordenen Atome gehen nämlich mit der entwickelten Atomengeschwindigkeit weiter, die von höherer Ordnung ist als die Geschwindigkeitsklasse der Gasmoleküle. Die Atome würden, für sich allein gelassen, eine weitaus größere und dünnere Gaskugel bilden. Die Gase unserer Atmosphäre mischen sich nur deshalb nahezu gleichmäßig wie gleich große Gaskugeln, weil ihre Gasmoleküle (vom monenergetischen Standpunkte aus) durchschnittlich gleiche Geschwindigkeiten haben; das heißt, sie liegen trotz der großen individuellen Ungleichheiten für chemisch ungleiche Gase zwischen identischen Grenzen. Wo keine Explosion stattfindet, dort hat auch keine Atomisierung stattgefunden, sondern nur eine Molekülumlagerung, ein Atomentausch zwischen Molekülen.

Die Kugelform wird aufgehoben, wenn ein solcher Gasball in der Nähe eines stark radiierenden Systemes, wie es unsere Sonne ist, vorbeizieht. Das einzelne Gasatom steht dann nicht mehr allein unter dem Einflusse der Summe aller anderen desselben Gasballes, sondern auch unter dem Einflusse des fremden stark radiierenden Systemes, zum Beispiel unserer Sonne. Ist der Gasball sehr groß, so wird das der Sonne zunächst befindliche Atom schneller zur Sonne gehen als das entfernteste. Die Sonne bewirkt eine Verminderung des Einflusses aller übrigen Gasmoleküle auf das einzelne. Diese Verminderung ist in dem der Sonne zunächst liegenden Punkte am stärksten, im entferntesten Punkte am schwächsten. Die Gasmenge wird sich daher nicht zu einer Kugel formen, sondern zu einem langgestreckten Gebilde, dessen Längsachse der Sonne zugekehrt ist. Befindet sich die Gaskugel vor der Annäherung an die Sonne in Rotation, so wird diese Rotation während der Langstreckung nicht aufgehoben, sondern nur mit umgeformt.

Unter diesen Gesichtspunkt scheint die Umformung der Kometen während der Annäherung an die Sonne und ihre Rückformung bei der Entfernung zu gehören. Eine Lithosphäre würde diese Umformung nicht erfahren, weil die aus ungleicher Entfernung ungleich schnell fallenden Teilchen sich nicht voneinander zu entfernen vermögen. Eine Gaskugel, die in ihrem inneren Teile eine Lithosphäre enthält, wird eine andere Defor-

mation erfahren. Die Lithosphäre würde innerhalb der Gashülle der Sonne entgegensinken, wodurch das ganze System exzentrisch wird. Die Gasmenge würde eine Langstreckung erfahren, wenn sie im Verhältnisse zur Lithosphäre bedeutend entwickelt ist. Ist die Atmosphäre dürftiger entwickelt, so wird sie auf die der Sonne abgewendete Seite wandern, weil die Lithosphäre in ihr der Sonne entgegensinkt, und selbst aus der Atmosphäre heraussinken kann.

Die Kometen werden schwerlich als reine Gaskugeln molekularisierter Materie behandelt werden können. Es ist nicht ausgeschlossen, daß in ihnen bereits höhere Aggregate, nämlich kleine feste Körperchen vorkommen. Es ist aber auch möglich, daß diese Körperchen oder kleinen Meteoriten erst nachträglich nach einer Ausschleuderung im freien Weltraume zu festen Körperchen erstarrt sind. In der Hauptsache ist jedenfalls ein Komet als ein Gasball zu behandeln.

Es ist nicht wahrscheinlich, daß ein Komet nur aus molekularisiertem Gase besteht, oder nur aus atomisiertem. Die Verhältnisse werden denen der Sonne ähnlich sein, die auch ein Gasball ist. Fern von der Sonne wird ein Komet eine Gaskugel sein, die ihre Eigenwärme besitzt, die einerseits der Gaskugel und andrerseits der Dichte des Uratomenäthers angemessen ist, und durch Selbstregulierung erhalten wird.

Die Temperatur wird im Innern der Kugel höher sein als an der Oberfläche. Es ist infolge der höheren Temperatur möglich, daß im Innern atomisierte Materie, vielleicht auch Atomogen vorhanden ist, während sich infolge der relativ niederen Temperatur eine Sphäre molekularisierten Gases gebildet haben kann.

Dabei gilt dasselbe, was an früherer Stelle[1]) über die kombinierten Gaskugeln gesagt wurde. So wie unser Planet außen eine kalte Atmosphäre hat und innen wiederum eine Gaskugel ist, so kann auch ein Komet eine Kombination aus einem molekularisierten und einem atomisierten Gasgemenge sein. Die molekularisierte Gaskugel wird dann in das Zentrum der atomisierten einsinken; im Innern der molekularisierten Kugel wird infolge der hohen Temperatur der atomisierte Zustand wieder hergestellt werden.

---

[1]) Seite 146.

Eine atomisierte Gaskugel ist weit lichtschwächer als eine molekularisierte, wenn sie Eigenlicht aussendet. Eine atomisierte Gaskugel kann bei hoher Temperatur relativ dunkler erscheinen.

Das ganze geschichtete Gebilde kann in eine große Kugel eingebettet sein, die aus Elektrizitätsmaterie besteht. Darunter meine ich jene Aggregate erster Ordnung, die weit schneller und kleiner sind als die chemischen Prothyleinheiten, und langsamer sowie größer als die Atome des sogenannten Lichtäthers, und die Träger der elektrischen Ladungserscheinungen und Funkenbildungen sein dürften.

Nähert sich nun eine solche kombinierte Kugel der Sonne, so wird die molekularisierte Sphäre innerhalb der größeren atomisierten der Sonne entgegensinken; ebenso sinkt die atomisierte Sphäre innerhalb der noch größeren Elektrosphäre der Sonne entgegen. Das ganze Gebilde wird nicht nur in der Richtung zur Sonne langgestreckt, sondern auch in dem gesamten Baue exzentrisch.

Das muß für einen Beobachter auf der Erde spektroskopische Folgen haben. Die äußere relativ kältere atomisierte Sphäre wird durch die molekularisierte auf der Sonnenseite verdrängt; sie wandert auf die von der Sonne ferner liegende Seite. Damit entfallen auch die Absorptionen, die von dieser Sphäre ausgegangen sind. Gibt es etwa eine atomisierte und elektrisch glühende Kohlenwasserstoffsphäre, die an der Sonnenseite verdrängt wird, so verschwindet auch die Wirkung dieser Sphäre an der Sonnenseite des Kometen. Es läßt sich mit dem einfachen Mittel der Exzentrizität des Baues und der daraus folgenden buchstäblichen Enthüllung des Innern während der Annäherung manches erklären, was nur durch Elektrizität erklärt werden zu können scheint. Auch das Verschwinden der spektroskopischen Kohlenwasserstoffbänder und das Erscheinen der Natriumlinie während der Annäherung an die Sonne bietet hierin keine unüberwindlichen Schwierigkeiten.

32. Das Problem des Chemismus.

Es wird wohl nur einen einzigen Chemismus geben, aber dieser Chemismus wirkt unter so unähnlichen Verhältnissen, daß

die Ergebnisse bis zur Unbegreiflichkeit verschieden sein können. Man kann daher gewissermaßen von dreierlei Chemismen sprechen.

Der Chemismus innerhalb der lebenden Materie erfolgt unter wesentlich anderen Bedingungen als der Chemismus des Laboratoriums und der Fabrik.[1])

In der freien Natur wird immer das zu Erzeugende schon als ein kleines Quantum vorausgesetzt, das nicht ganz neu aus den einfachsten Verbindungen aufzubauen, sondern direkt in der kompliziertesten Form zu vervielfältigen ist. Dabei gibt es allerdings eine Fülle von Produkten rückschreitender Metamorphose, eine Fülle von Zersetzungsprodukten und von Wechselwirkungsprodukten. Immer aber setzt die Produktion lebender Materie bereits die Existenz eines kleinen Quantums gleicher lebender Materie voraus. Doch das sind Probleme, die in die „Philosophie der belebten Materie“ gehören.

Es gibt noch eine Art Chemismus, der von der Fabrik-Chemie und der Laboratoriums-Chemie hinsichtlich der Bedingungen und der Ergebnisse wesentlich verschieden ist.

Ist nämlich in einem Weltraumteile die Aggregation der Materie noch nicht so weit vorgeschritten (weil die erforderliche Zeit noch nicht abgelaufen ist), daß sich die freien Atome zu Gasmolekülen nur durch die Lage ihrer Bahnen bei den verschiedensten Temperaturen und Druckgrößen hätten zusammenfinden können, so ist die chemische Materie für diesen Weltraumteil und für diese Weltzeit noch nicht molekularisiert.

Diese Art Chemismus, der sich in begünstigten Weltraumteilen bei günstiger Temperatur und Druckgröße an der noch atomisierten Materie zu vollziehen beginnt, und bei dem die Lebewesen, wenn sie entstehen, nicht wieder sofort vernichtet werden, läßt sich vom polyenergetischen Standpunkte durch Anziehung aller Atome an alle aus der Ferne überhaupt nicht konstruieren. Daher sind in den Hypothesen, die vom Standpunkte

---

[1]) In meiner Schrift: „Letzte Lebenseinheiten“, Leipzig-Wien, Deuticke 1896, habe ich an dem Beispiele der Kohlensäure-Assimilation eine Assimilationsformel, und zwar eine Strukturformel entworfen, und dabei, wie ich glaube zum ersten Male den Versuch gemacht, den Begriff der „chemischen Amphibolie“ in die Pflanzenphysiologie beziehungsweise in die physiologische Hypothetik einzuführen.

der Fernwirkung aus konstruiert werden, bald alle zur Entstehung der belebten Materie erforderlichen Zeiträume viel zu lang, und bald alle erforderlichen Prozesse viel zu plötzlich und viel zu gewaltsam. Diese Prozesse sind nur Katastrophen für alles Lebensfähige.

Wir kennen die Materie an der Erdoberfläche wesentlich nur im bereits molekularisierten Zustande. Darauf allein beziehen sich alle unsere Experimente, die man zwar hypothesenrein gestalten kann, aber dann auch nicht über das eng umschriebene Gebiet der Erfahrung hinaus anwenden darf, dem sie entnommen sind. Verallgemeinert man die Erfahrung über diese Grenzen hinaus, dann stellt man, ohne es zu bemerken, selbst eine Hypothese auf, und zwar die schlimmste von allen, weil sie auf einer seelischen Blindheit bezüglich der Grenzen der Erfahrung beruht. Die unbewußt aufgestellte Hypothese geht nämlich dahin, daß man auf einem unbegrenzten Gebiete bedingungslos überall und immer anwendbare Erfahrungen gesammelt habe. Diese Befangenheit schließt jede Selbstkritik aus.

Es ist wahr, daß wir vorübergehend den molekularen Verband lösen können. Wir gewinnen die atomisierte Materie im status nascendi, aber immer nur durch Lösung eines vorher gegebenen molekularisierten Zustandes, und immer nur als einen Übergang in einen anderen molekularisierten Zustand. Dieser Übergang kann durch abnorm hohe Temperaturen für die Dauer dieser Temperaturen hinausgeschoben, aber nicht aufgehoben werden.

Dabei ist es nicht einmal immer gewiß, daß wir die Materie atomisieren. So müssen zum Beispiel die Quecksilber-, Cadmium- und Zinkdämpfe, und wahrscheinlich die Metalldämpfe überhaupt nicht unbedingt als atomisiert aufgefaßt werden. Diese Dampfdichten lassen sich schließlich auch mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit durch hohe Eigengeschwindigkeiten und hohe Eigenwärme der Gasmoleküle mit dem Avogadroschen Gesetze in Übereinstimmung bringen.[1])

Niemals haben wir in dem gegenwärtigen Weltzustande

[1]) Vergl. das nächste Kapitel: „Das Problem des Avogadroschen Gesetzes“ und Seite 141 im Vorhergegangenen.

unserer Planetenoberfläche eine generatio spontanea des Moleküles aus einem atomisierten Stoffe. Daher ist unserer Erfahrung eine Menge von Tatsachen entzogen, die nur an der regelmäßig und bei allen beliebigen Temperaturen atomisierten Materie möglich sind. Die generatio spontanea der belebten Materie ist gleichfalls ein Problem, das nur konstruktiv unter der Voraussetzung des atomisierten Zustandes behandelt werden kann.

Wird die Molekularisierung durch eine hohe Temperatur hintangehalten, so läßt sich diese Atomisierung nicht mit jener vergleichen, die die Oberfläche unseres Planeten möglicherweise hinter sich hat. Diese Oberfläche war selbstverständlich in diesem Falle keine Fläche einer Lithosphäre, sondern eine Gasschicht. Jene Atomisierung, die darauf beruht, daß sich die Mehrzahl der Atome noch nicht durch die Orientierung ihrer Bahnen zu Molekülen zusammengefunden haben, ist auch bei niedriger Temperatur möglich. Es kann nämlich dasselbe, was die hohe Temperatur jederzeit leistet, durch die Zerwerfung der Bahnen eine Zeitlang geleistet werden. Die hohe Temperatur verhindert, daß die Atome, die sich getroffen haben, beisammen bleiben. Die Zerwerfung der Bahnen verhindert eine Zeitlang, daß die Atome sich treffen, kann aber die Vereinigung für den Fall des Zusammentreffens nicht aufhalten. Im atomisierten Zustande der Materie haben die Atome durchschnittlich weit größere Abstände voneinander als die Gasmoleküle im molekularisierten Zustande, und weit höhere Geschwindigkeiten.

Nehmen wir ein Beispiel. Es seien im atomisierten Weltzustande vier Wasserstoffatome, ein Kohlenstoffatom und zwei Sauerstoffatome gegeben. Welche Moleküle werden in der generatio spontanea der Molekularisation entstehen? Vom monenergetischen Standpunkte aus gibt es keine Anziehung aus der Ferne; daher wird der Unterschied in der Atomogenenzahl (Atomgewicht) oder in der Amerenmasse nicht entscheiden. Es gibt für diesen Standpunkt auch keine spezifisch chemische Affinität, weder in der Nähe noch aus der Ferne. Was aus diesen Atomen wird, das hängt lediglich davon ab, welche Atome sich zunächst treffen. Dieses Zusammentreffen wiederum ist durch die Lage der Bahnen und durch den Ort des Atomes in der Bahn für den

Zeitpunkt vorher bestimmt. Trifft ein Sauerstoffatom mit einem Wasserstoffatom zusammen, so werden diese Atome zu Wasserstoffoxydul vereinigt bleiben. Wenn ein Sauerstoffatom zwei Wasserstoffatome festzuhalten vermag, so wird es um so mehr eines festzuhalten vermögen. Diese Verbindung ist ungesättigt, das heißt noch wachstumsfähig. Daraus folgt natürlich nicht, daß sie im ungesättigten Zustande nicht eine Zeitlang existieren könne.

Die Vereinigung zu dem Gasmoleküle HO oder zu einem Hydroxylmoleküle erfolgt durch die Radiationen der Atome ebenso wie die Prothyleinheit aus den freien Uratomen, das Atomogen aus Prothyleinheiten und das Atom aus Atomogenen gebaut wird. Man kann die festhaltende Wirkung der Radiationen beziehungsweise der Uratomenstöße auf ein Aggregat vierter Ordnung auf dieser Baustufe der Materie die chemische Anziehung und die Grade der Anziehung die Grade der chemischen Affinität nennen. Man hat aber dadurch keine neue Energie eingeführt, und kein neues Gesetz, sondern nur einen neuen Namen, der die gewöhnlichen Urstöße der Uratome auf die Aggregate mit besonderer Einschränkung auf die vierte Aggregationsstufe benennt.

In ähnlicher Einschränkung wird ein Gebiet der Wirkungen der Urstöße der Uratome auf gewisse höhere Aggregate das Gebiet des freien Falles, oder das Gebiet der Gravitation (besser Gravifikation) genannt. Man kann daher nicht den Chemismus auf die Gravitation zurückführen, ebensowenig den Chemismus auf die Elektrizität. Es ist nur möglich, diese verschiedenen Gebiete als die Wirkungen desselben Urstoßgesetzes auf verschieden hohen Baustufen der Materie und in verschiedenen Geschwindigkeitsklassen der niederen Baustufen (Aggregationsordnungen) konstruktiv zu verfolgen.

Begegnet unser Hydroxylmolekül einem Wasserstoffatome, so wird die Vereinigung zu einem Wasserdampfmoleküle erfolgen.

Die Vereinigung hätte aber ebensoleicht in ganz anderer Weise erfolgen können. Wäre es in der Orientierung der Bahnen gelegen gewesen, daß das Sauerstoffatom zunächst mit einem Kohlenstoffatome zusammentrifft, so wäre bei jeder beliebig hohen oder niedrigen Temperatur unterhalb einer gewissen Grenze, die

allerdings nicht nach oben überschritten werden darf, also in einem genügend begünstigten Weltraumteile CO entstanden. Dieses ungesättigte Gasmolekül hätte in seiner Wachstumsfähigkeit längere Zeit existiert und sich vielleicht später mit einem entgegenkommenden Sauerstoffatome zu einem gesättigten Kohlendioxydmoleküle CO_2 vereinigt. Eine Verbrennung der Kohle in dem uns geläufigen Sinne kann man das nicht nennen. Die Vereinigung erfolgt ohne Erhitzung. Der Sauerstoff entreißt nicht den Kohlenstoff einem vorher vorhandenen molekularen Verbande. Es erfolgt eine ruhige Oxydation bei unveränderter Temperatur. Es ist keine hohe Temperatur erforderlich, die einen molekularen Verband sprengen müßte, um einen anderen zu ermöglichen.

Welches Molekül entsteht, das hängt nicht von einer Affinität ab, und nicht von der Amerenmasse, sondern von der Lage im Raume oder von der Orientierung der Bahnen. Wenn es außerdem richtig ist, daß die Eigengeschwindigkeiten der Atome unabhängig von der chemischen Konstitution zur selben Geschwindigkeitsklasse gehören, so können auch die Geschwindigkeiten keine Rolle spielen, indem etwa gewisse Elemente leichter entkommen und daher schwerer molekularisiert würden.

Begegnet das Kohlenstoffatom nicht zuerst einem Sauerstoff-, sondern einem Wasserstoffatome, so wird es sich zum ungesättigten Gasmoleküle CH vereinigen. Die Vorstellung eines gasförmigen atomisierten Kohlenstoffes bei niedriger Temperatur ist uns überhaupt fremdartig, da wir immer an molekularisierte Kohle und höchstens an Kohlendampf im Bogenlichte zu denken gewohnt sind. Hier bei dem atomisierten kalten Kohlenstoffe handelt es sich um echte chemische Vorgänge, aber in einer anderen Weltzeit und in einem anderen Weltzustande. Hier gibt es keine Erfahrungen, die verwertet werden können, sondern nur entweder Schweigen oder Konstruieren.

Begegnet das Gasmolekül CH noch dreimal je einem Wasserstoffatome, so entsteht Methan CH_4 mit derselben Leichtigkeit und Wahrscheinlichkeit, wie im anderen Falle Wasser entstanden wäre.

Aus dem atomisierten Weltzustande entstehen sämtliche chemischen Moleküle gleich leicht. Wir sind nicht

gewohnt, mit dieser einfachen logischen Folge zu arbeiten. Im Kampfe der Moleküle gegen die Moleküle gibt es entschieden Verbindungen, die sich leicht behaupten, und solche, die leicht untergehen; solche, die schwer entstehen, und solche, die leicht entstehen. Es gibt ein entropistisches Ziel des Chemismus der unbelebten Materie. Ebenso gibt es ein Ziel des Chemismus der belebten Materie. Die unbelebte Materie müßte diesem chemischen Endziele rettungslos entgegengehen, wenn nicht der Chemismus der belebten Materie unter wesentlich anderen Bedingungen ein wesentlich anderes Endziel hätte, wodurch eine Selbstregulierung, eine Selbstkompensation und eine Selbsterhaltung des Lebens möglich wird. Doch die Verfolgung dieser Frage gehört in die Philosophie der belebten Materie.

Ich will nur darauf hinweisen, daß es eine gewisse Befangenheit ist, die uns den Gedanken eingibt, daß bei der generatio spontanea der Moleküle die „leicht entstehenden" Verbindungen früher und massenhafter, die „schwer entstehenden" später und seltener entstanden sein werden. Es entsteht alles ganz gleich leicht.

Diese gleiche Leichtigkeit kommt davon her, daß der Wettbewerb zwischen den Vereinigungsfähigkeiten ausgeschlossen ist. Das Kohlenstoffatom würde sich, sagen wir zum Beispiel, leichter mit Sauerstoff als mit Wasserstoff verbinden, wenn es die Wahl hätte. Da es aber die Wahl nicht hat, so muß es sich mit demjenigen Atome zunächst verbinden, mit dem es zunächst zusammentrifft.

Es gibt auch im atomisierten Zustande Grade der Vereinigungsfähigkeit, aber sie kommen nicht zur Geltung. Ein Kohlenstoffatom wird ein Wasserstoffatom ebenso stark festhalten wie ein Sauerstoffatom, denn es geht eine identische Radiation von dem identischen Kohlenstoffe auf verschiedene Atome aus, und die Festhaltung durch den Kohlenstoff ist einseitig vom Kohlenstoffe abhängig. Hingegen wird das Kohlenstoffatom vom Sauerstoffatome stärker festgehalten als vom Wasserstoffatome, da das Sauerstoffatom mehr Atomogene enthält, daher eine größere Amerenmasse hat, und daher eine stärkere Radiation entwickelt. Das Zusammenbleiben der Atome im Moleküle hängt für den Fall eines Wettkampfes zwischen zwei Molekülen von der beider-

seitigen Festhaltung ab. Daher wird das Molekül CO_2 stärker zusammenhalten als das Molekül CH_4.

Auch im atomisierten Zustande ist der Fall möglich, daß mehr als zwei Atome zur selben Zeit durch die Orientierung ihrer Bahnen zusammentreffen. Dieser Fall wird aber eine seltene Ausnahme sein.

Trifft zum Beispiel ein Kohlenstoff-, ein Wasserstoff- und ein Sauerstoffatom zur selben Zeit zusammen, so werden sie sich zum ungesättigten Moleküle CHO vereinigen. Ein Wettkampf der Vereinigungsfähigkeiten findet nicht statt, weil die Vereinigungsmöglichkeit nicht überschritten und nicht einmal erschöpft wird.

Begegnet aber ein CO-Molekül zugleich einem Sauerstoff- und einem Wasserstoffatome, so wird es sich mit dem ersteren verbinden, weil das Kohlenmonoxydmolekül CO von der größeren Amerenmasse des Sauerstoffatomes stärker festgehalten wird als von dem Wasserstoffatome. Diese Fälle des Wettbewerbes sind aber seltene Ausnahmen.

Das Molekül CO wird sich in der Regel mit jenem Atome vereinigen, mit dem es zuerst zusammentrifft. Entscheidet die Orientierung der Bahnen für ein Wasserstoffatom, so wird COH mit derselben Leichtigkeit entstehen wie sonst CO_2 entstanden wäre.

Allerdings ergibt sich aus dieser Molekularisationsweise eine Folgerung. Es kann jede beliebige Kohlenwasserstoffverbindung, und selbst ein belebtes Eiweißmolekül, eine letzte Lebenseinheit spontan entstehen. Je größer aber die Zahl der Atome im Moleküle ist, desto größer ist die Zahl der erforderlich gewesenen Vereinigungsvorgänge. Diese Zahl kann dadurch herabgesetzt werden, daß ungesättigte Moleküle mit ungesättigten zusammentreffen. Immerhin werden die atomenreichsten Moleküle die längste Zeit zur Entstehung brauchen und am spätesten in die Existenz treten. In diesem Sinne wird es also früher Formaldehyd gegeben haben als Kohlenhydrate, und früher Kohlenhydrate als Eiweiß.

Diese Reihenfolge läßt sich aber nicht auf den heute bestehenden Chemismus der belebten Materie übertragen. Die Verhältnisse sind hier vollständig andere. Die belebte Materie

baut nicht wiederum von unten an, sondern sie vervielfältigt direkt das Bestehende, auch wenn es noch so kompliziert gebaut sein sollte, durch die Assimilation aus niedriger Gebautem. Entscheidend ist aber nicht das Material, das assimiliert wird, sondern der Assimilator, der sich vervielfältigt und niemals selbst aus niedrigen Verbindungen zusammensetzt. Man kann den Assimilator (eine Portion spezifisch organisierter belebter Materie) mit der Schrift eines Textes vergleichen, die die Fähigkeit besitzt, gleiche Lettern, wenn diese vorüberziehen, festzuhalten. Nach einiger Zeit wird der Text von einem gleichlautenden Letternsatze bedeckt sein. Wenn dieser Satz unter sich zusammenhält, so kann er als eine Kopie des ersten Textes abgelöst werden und selbst wieder als Assimilator dienen. Es ist dabei ganz gleichgültig, ob einzelne Lettern oder ganze Wörter oder ganze Sätze festgehalten wurden. Ist aber der Assimilator einmal zerstört, so kann er durch keine Letternmischung (durch kein Retortenexperiment) wieder hergestellt werden.

In der generatio spontanea unterliegen die unfertigen Gebilde nicht, wie es heute der Fall wäre, der Gefahr der Verbrennung, der Zersetzung, der Vergiftung oder der Fäulnis. Es gibt noch keine Mikroorganismen, die jede ungeschützte Entwicklung im Beginne vernichten würden.

Aus der Art der Molekularisation ergibt sich die weitere Folgerung, daß zur Überwindung des atomisierten Zustandes nicht Millionen Jahre erforderlich sind, sondern daß für endliche Weltraumteile mit weit kleineren Zeiten, mit Jahren, mit Wochen und selbst mit Tagen wird gerechnet werden können.

Innerhalb eines kleineren Weltraumteiles, der sich etwa später in einen festen Himmelskörper umwandelt, kann der molekularisierte Zustand mit dem atomisierten zugleich vorhanden gewesen sein, wie das Meer und die Atmosphäre widerspruchslos zugleich existieren. Wenn es eine atomisierte, dünnere und größere Sphäre gab, so kann innerhalb dieser eine molekularisierte dichtere und kleinere Sphäre zur Entwicklung gekommen sein. Die Molekularisationsergebnisse der atomisierten und höher sich erstreckenden Sphäre können in die molekularisierte Sphäre hinuntergesunken sein. Die molekularisierte Sphäre kann in der atomisierten so enthalten gewesen sein wie die Atmosphäre der Erde etwa

im Lichtäther. Die Dimensionen des Lichtäthers sind allerdings unvergleichlich größer.

Durch die Molekularisation, die in eine kleine Zeit zusammengedrängt sein kann, wird die atomisierte Sphäre eines künftigen Himmelskörpers kleinerer Art erschöpft.

Das einmal Entstandene, das in die Molekularisiertheit aufgenommen war und blieb, erfährt keine generatio spontanea mehr. Alles das bleibt den Gesetzen desjenigen Chemismus unterworfen, den wir aus der Erfahrung kennen. Dieser Chemismus bezieht sich auf die Umwandlung einer gegebenen Molekularisation in eine andere, nicht aber auf die Neubildung der Molekularisierung aus der Atomisierung. Jede Atomisierung, die wir heute künstlich erzeugen, ist für die Oberfläche unseres Planeten nur ein Zwischenzustand zwischen zwei Molekularisationen und kein Urzustand.

Nehmen wir ein Beispiel. Ein Methanmolekül CH_4 gerate zwischen zwei Sauerstoffmoleküle bei niedriger Temperatur. Die sich nähernden Moleküle werden sich noch vor der Berührung durch die Umlegung ihrer Struktur und die damit verbundene Umlegung der Eigenrichtung mit ihren Eigengeschwindigkeiten entfernen.

Nun nehmen wir aber an, die Temperatur sei sehr hoch. Das heißt also, die Atome werden in jedem Moleküle in der Phase der Ausdehnung, also periodisch, sehr weit auseinandergehen.

Wenn sich also die Wasserstoffatome von dem Kohlenstoffatome weit entfernen, so können zwei Wasserstoffatome zwischen das Kohlenstoffatom und ein Sauerstoffmolekül in die Mitte geraten. Sind die Distanzen gleich, so wird ein Wasserstoffatom stärker durch die Radiation eines Sauerstoffatomes (16×6 Atomogene) als durch die Radiation seines eigenen Kohlenstoffatomes (12×6 Atomogene) gelenkt. Ebenso wird andrerseits der Kohlenstoff viel stärker von dem anderen Sauerstoffmoleküle gepackt als vom eigenen Wasserstoffe ($4 \times 1 \times 6$ Atomogene). Das Methanmolekül wird also im Kampfe der Vereinigungsfähigkeiten (oder Radiationen) zwischen zwei Sauerstoffmolekülen zerrissen. Auf der einen Seite wächst O_2 zu CO_2 und auf der anderen O_2 zu H_2O_2. Die übrig bleibenden zwei Wasserstoffatome haben nur mehr die Vereinigungsmöglichkeit mit H_2O_2

zum Flüssigkeitsmoleküle $(H_2O)_2$, das in zwei Dampfmoleküle H_2O zerfallen kann.

Die Atomogenenzahl, das Atomgewicht, die Amerenmasse oder welchen anderen Ausdruck man wählen mag, gibt immer das Kriterium ab, das zerrissene Molekül von zwei gleichen zerreißenden zu unterscheiden.

Geht zum Beispiel bei entsprechender Temperatur ein Wasserstoffmolekül zwischen zwei Sauerstoffmolekülen hindurch, so wird es zerrissen und an jedes Sauerstoffmolekül wird je ein Wasserstoffatom gefesselt. Hat sich ein Sauerstoffmolekül in vier solchen Prozessen mit zusammen vier Wasserstoffatomen verbunden, so ist daraus ein Flüssigkeitsmolekül $(H_2O)_2$ entstanden.

Geht bei entsprechender Bestrahlung ein Wasserstoffmolekül zwischen zwei Chlormolekülen hindurch, so wird es ebenfalls zerrissen. Das unfertige Flüssigkeitsmolekül Cl_2H wiederholt die Zerreißung, und wird dadurch zum Flüssigkeitsmoleküle $(ClH)_2$, das in zwei Gasmoleküle ClH zerfallen kann.

Bei Flüssigkeitsreaktionen kann die Unterscheidung zwischen dem zerrissenen und den zerreißenden Molekülen Schwierigkeiten haben. Das Flüssigkeitsmolekül ist nämlich ein vielfaches des Gasmoleküles. Die geringe Atomenzahl im Moleküle kann unter Umständen durch ein hohes Vielfaches des Gasmoleküles kompensiert sein.

Das zerreißende Molekül kann nachträglich infolge der Vergrößerung, die es nicht festzuhalten vermag, einen Zerfall erleiden. Es kann auch, ohne einen Zerfall, ein früher enthaltenes Atom durch das neue hineingezogene ausgetrieben werden. Wird zum Beispiel in Schwefelsäure H_2SO_4 durch die Radiation des HSO_4 ein Atom Kalium aufgenommen und festgehalten, so wird infolge des neu aufgenommenen Atomes ein Atom H hinausgedrängt. Die Gruppe HSO_4 hält ein Kaliumatom ebenso fest wie es ein Wasserstoffatom festhalten würde, da von der identischen Gruppe eine identische Radiation ausgeht; aber das Wasserstoffatom hält die Gruppe HSO_4 nicht so fest, wie es ein Kaliumatom tun würde. Im Wettbewerbe entscheidet nun das Ergebnis des wechselseitigen Festhaltens. Daher wird der Wasserstoff hinausgedrängt.

Der sekundäre Zerfall des zerreißenden Moleküles, sowie

die sekundären Hinausdrängungen einzelner Teile des zu groß gewordenen zerreißenden Moleküles erzeugen den Schein, als hätte zwischen zwei gleichwertigen Molekülen eine Wechselzersetzung stattgefunden.

Theoretisch läßt sich immer ein Gegensatz zwischen einem aktiven und einem passiven, einem zerreißenden und einem zerrissenen Moleküle konstruieren. Wären die in Wettbewerb tretenden Atomengruppen gleich stark, dann gäbe es allerdings keine Unterscheidung zwischen einem aktiven und einem passiven Elemente. Dann gäbe es aber auch in einem solchen Falle keinen Chemismus, weil nichts Stärkeres da ist, was ein Schwächeres überwinden konnte.

Nur in dieser Weise ist es möglich, einer Affinitätentabelle als dem Ausdrucke einer neuen Energie zu entkommen.

Die Zerreißbarkeit eines Moleküles hängt selbstverständlich von der Temperatur ab. Wenn bei den periodischen Ausdehnungen und Zusammenziehungen eines Moleküles die Atome in der zentrifugalen Phase sehr weit auseinandergehen, so wird die Zerreißung erleichtert, weil die Radiationen der zusammengehörenden Atome in dieser Phase um so mehr geschwächt sind, je weiter die Atome auseinandergehen.

Die Erwärmung verbirgt sich auch unter der Form der Bestrahlung durch Licht und der ultravioletten Bestrahlung.

Die Erwärmung dürfte sogar der Elektrolyse zu Grunde liegen. Wenn den Atomen eines Moleküles die elektrischen Hüllen zum großen Teile entzogen werden, so wird auch die Fähigkeit des Moleküles sinken, Uratome einzufangen. Die Atome der Elektrizitätsmaterie helfen nämlich abschirmen und die eingedrungenen Uratome zurückhalten. Die Schwächung der elektrischen Ladung wirkt daher ähnlich wie ein Verlust an Amerenmasse der chemischen Materie, da auch die Elektrizitätsmaterie aus Ameren gebaut ist. Da aber, wie früher gezeigt wurde, ein geringerer Uratomengehalt mit erhöhter Innenbewegung und erhöhter Wärme identisch ist, so bedeutet die Verdünnung der elektrischen Ladung eine Erhöhung der Temperatur.

33. Das Problem des Avogadroschen Gesetzes.

Die Eigengeschwindigkeiten der Atomogene waren individuell ungleich, und zwischen Grenzen enthalten, zwischen denen ein Durchschnittswert aus den individuellen Beschaffenheiten der Atomogene der Welt angenommen werden konnte.

Nun konnte jedes Atomogen in jedes beliebige chemische Atom aufgenommen werden. Die individuellen Ungleichheiten hatten die Folge, daß die Eigengeschwindigkeiten der Atome nicht null wurden. Aus der Beliebigkeit der Atomogene und aus der großen Zahl der Atomogene im Atome folgte, daß die Geschwindigkeiten der chemischen Atome zwar weit tiefer liegen als die der Atomogene, daß aber die chemische Ungleichheit der Atome ohne Einfluß auf die Grenzen der Geschwindigkeiten war. Alle Atome werden daher derselben Geschwindigkeitsklasse angehören, und der Durchschnittswert wird von der Atomogenenzahl und mithin auch von der Amerenmasse unabhängig für verschiedene Elemente gleich sein.

Den Begriff der lebendigen Kraft $mv^2/2$ auf die Atome anzuwenden, war nicht möglich, da die Atome keine ponderative Masse, $m = p : g$, kein immanentes Gewicht p und keine Beschleunigung g hatten. Die Amerenmasse war nur die Summe der Amerenvolumina.

Daher werden auch die translatorischen Geschwindigkeiten der Moleküle, die den Atomen analog gebaut sind, einerseits individuell ungleich sein, und andrerseits zwischen Grenzen liegen, die noch enger sind als die Grenzen für die Atome, und der Durchschnittswert wird weitaus tiefer liegen als der Wert für die Atome. Die chemische Konstitution der Moleküle hat demnach auf diese Grenzen und auf den Durchschnittswert keinen Einfluß. Die Durchschnittswerte sind für chemisch ungleiche Moleküle dieselben.

Beim Stoß, der wesentlich ohne Berührung nur in der Drehung aus der Nähe besteht, beeinflussen die chemisch ungleichen, wie die gleichen Gasmoleküle nur ihre Eigenrichtungen, nicht aber ihre Eigengeschwindigkeiten. Sie vermögen weder Bewegungsgröße anzunehmen noch abzugeben. Sie sind überhaupt keine Dinge, sondern nur wandernde Spielbezirke von Dingen. Die

Bewegungsgröße *mc* kommt in Wirklichkeit nur den Ameren zu, und auch diesen unverlierbar konstant und nur im Sinne des Produktes aus Volumen und Geschwindigkeit.

Es ist daher selbstverständlich, daß echte Gase aus Aggregaten vierter Ordnung das Avogadrosche Gesetz befolgen; das heißt, daß in gleichen Volumteilen bei gleicher Temperatur und gleichem Drucke gleich viele Gasmoleküle enthalten sind; gleichgültig, zu welchen chemischen Konstitutionen die Moleküle gehören. Es ist auch selbstverständlich, daß die in einem Zeitpunkte fixiert gedachten Gasmoleküle im Durchschnitte großer Zahlen für diese Temperatur und diesen Druck eine gewisse durchschnittliche Distanz haben, und daß die ungleichen Distanzen gleichmäßig verteilt sind, so daß auch der Durchschnittswert der Distanzen zwischen bestimmten Grenzen liegt und kein Ort des Gases vor einem anderen bevorzugt erscheint.

Aus der durchschnittlichen Gleichheit der Eigengeschwindigkeit chemisch ungleicher wie gleicher Gase unter gleichen äußeren Verhältnissen erklärt sich auch das Mariottesche Gesetz, daß der Druck eines Gases seinem Volumen umgekehrt proportional ist, und das Gay-Lussacsche Gesetz, daß sich die Gase bei gleicher Temperaturzunahme um gleich viel ausdehnen. Es werden eben alle Atomogene sich durchschnittlich gleich verhalten, sobald sie auf gleich hohe Temperaturen (gleichen Gehalt an durchdringenden Uratomen) gebracht worden sind.

Diese Gesetze gelten für ein reines Gas, und für ein reines Gasgemenge, das weder Aggregate dritter noch Aggregate fünfter Ordnung beigemengt enthält. Wo das Gesetz nicht zutrifft, dort ist das Gas nicht rein von derselben Ordnung der Aggregate.

Ein rein atomisiertes Gas, das nur Aggregate dritter Ordnung ohne Beimischung enthält, wird die Gesetze wieder befolgen.

Die Gesetze treffen auch nicht zu, wenn dem Gase bei zu niederer Temperatur Aggregate fünfter Ordnung beigemengt sind. Darunter kann man Aggregate höherer Ordnung verstehen, die durch Vereinigung von Gasmolekülen entstehen. Sind ihrer sehr viele, so fallen sie zu Flüssigkeiten zusammen. Sind ihrer nur wenige, so bewegen sie sich mit weitaus geringeren Eigengeschwindigkeiten zwischen den Gasmolekülen hindurch.

Dieses Gemenge ist dann der Dampf. Die ersten Spuren des Dampfes bestehen darin, daß die drei Gesetze nicht mehr mit voller Strenge gelten, und die van der Waalssche Zustandsgleichung angewendet werden muß. Unterhalb der sogenannten kritischen Temperatur wird nur mehr das Volumen verkleinert, aber nicht mehr der Gegendruck vergrößert. Die Gasmoleküle antworten dann auf die zunehmende Einschränkung des Raumes nicht durch eine Vermehrung der Stoßzahlen, sondern durch eine Erzeugung von Aggregaten fünfter Ordnung und einer dadurch bedingten Verminderung der Aggregate vierter Ordnung. Die Aggregate fünfter Ordnung haben kleinere Eigengeschwindigkeiten und kleinere durchschnittliche Distanzen.

Der monenergetische Standpunkt führt zu einer frappierend anderen Auffassung des Avogadroschen Gesetzes. Dennoch handelt es sich um nichts anderes als um die Übersetzung der kinetischen Gashypothesen in das Monenergetische. An den Tatsachen wird nichts geändert. Es wechselt nur der Unterbau. Die einen Vorstellungen bewegen sich in ausgefahrenen Geleisen, für die anderen müssen erst Pfade gesucht werden.

Arbeitet man mit der Anziehung aus der Ferne, daher auch mit einer ponderativen Masse $m = p : g$, so kann man und muß man von einer lebendigen Kraft $mv^2/2$ der Atome sprechen oder überhaupt von einer Funktion der ponderativen Masse und der Distanzen der Teilchen ausgehen.

Um aber polyenergetisch weiter arbeiten zu können, muß man die Stoßformeln für feste Körper und den beschleunigten Fall in der Weise fester Körper auf Atome übertragen. Abgesehen davon, daß die Atome keine Dinge, sondern nur Spielbezirke für kleinere Dinge sind, ist immer noch die Frage offen, ob nicht in der Festigkeit der Körper und in der Kohäsion des Flüssigkeitstropfens etwas enthalten ist, was dem isolierten Atome fehlt, und was notwendig ist, um Stöße im Sinne von Gewinn und Verlust an Bewegungsgröße zu ermöglichen, und dem Falle jene Form zu erteilen, wo die Geschwindigkeit in einem Orte der Bahn nicht bloß von der Distanz des Erdmittelpunktes, sondern auch von der vorhergehenden Fallzeit und der Distanz des Anfangsortes des freien Falles abhängt.

E. Aggregate fünfter Ordnung.

34. Entstehung von Aggregaten fünfter Ordnung aus Aggregaten vierter Ordnung.

In einem Gase können Moleküle enthalten sein, die sich nach dem Zusammentreffen derart gegenseitig durch ihre Absorptionsphasen beeinflussen, daß sie sich nicht mehr gänzlich verlassen, sondern in einem Spielbezirke gebannt halten.

Jedes Molekül wird nach Analogie zu den niederen Aggregationsstufen mit dem langsamsten Atome vorangerichtet gehen. Kommen zwei Moleküle infolge ihrer Eigenrichtungen einander nahe, so werden sie nach Analogie zu den niederen Baustufen eine Drehung in sich erfahren. Die führenden Atome werden voneinander abgekehrt werden. Dadurch werden die Eigenrichtungen gedreht und eben dadurch ist die Richtung der Umkehr bereits entschieden, bevor noch ein eigentlicher Stoß im Sinne einer Berührung stattfindet. Die Moleküle beginnen auseinander zu gehen, bevor es zum Stoße kommt. Wir haben es eben mit Atomen zu tun, die daher Atome geblieben sind, weil sie mit anderen nicht zu einem größeren Atome vereinigungsfähig waren.

Nach Analogie der früheren Baustufen werden sich die Moleküle entfernen, wenn sie schnell genug sind, um in der Pause der Absorption der Uratome zu entkommen. Das Gas, das aus solchen Molekülen gebildet ist, bleibt als Gas erhalten.

Sind die Gasmoleküle (Aggregate vierter Ordnung) zu langsam, so entkommen sie nicht während dieser Pause, und sie werden mit dem Beginne der Absorptionsphase des gegenständigen Moleküles gegen dieses zurückgetrieben. Sobald die Absorptionszeit vorüber ist, entfernen sie sich wieder, da die Emission schwächer wirkt als die Absorption, und durch die Eigengeschwindigkeit des gebannten Gasmoleküles überwunden wird. Die Bewegungsstruktur des Gasmoleküles bleibt in beiden Zeiten im Sinne der Entfernungsbereitschaft eingestellt.

Die beiden Gasmoleküle gehören jetzt zu einem neuen Aggregate fünfter Ordnung zusammen. Dieses Aggregat ist noch nicht gesättigt. Hat sich die erforderliche Anzahl von Gasmolekülen zusammengefunden, so daß ein neuer Ankömm-

ling keinen Platz im Aggregate mehr findet, so ist das neue Aggregat nach Analogie des Atomogenes und nach Analogie des chemischen Atomes gesättigt.

Das neue Aggregat hat eine neue, viel kleinere translatorische Eigengeschwindigkeit und seine Eigenrichtung. Es geht nach Analogie der niederen Baustufen mit dem langsamsten seiner Gasmoleküle vorangerichtet.

Die translatorische Eigengeschwindigkeit eines Aggregates fünfter Ordnung steigt mit der Erhöhung der Eigenwärme, und diese steigt mit der Verringerung der Anzahl der gleichzeitig durchdringenden Uratome wie auf den niederen Aggregationsstufen.

Die Eigengeschwindigkeiten der Aggregate fünfter Ordnung sind individuell ungleich und zwischen engeren Grenzen eingeschlossen als die Aggregate vierter Ordnung oder die Gasmoleküle. Der Durchschnittswert für die Aggregate fünfter Ordnung liegt viel tiefer als der Durchschnittswert für Gasmoleküle. Das schnellste Aggregat fünfter Ordnung ist weitaus langsamer als das langsamste Gasmolekül.

Da die Geschwindigkeiten der Gasmoleküle von der chemischen Konstitution unabhängig sind, so liegen auch die Eigengeschwindigkeiten der Aggregate fünfter Ordnung ohne Unterschied der chemischen Konstitution zwischen identischen Grenzen.

Die Aggregate fünfter Ordnung kommen in zwei Formen vor: in größerer Menge zu Flüssigkeiten gehäuft, und in kleinerer Menge in echten Gasen suspendiert. Das letztere Gemenge heißt ein Dampf.

35. Flüssigkeiten werden aus Aggregaten mindestens fünfter Ordnung gebildet. — Wäßrige Salzlösungen.

Die Aggregate fünfter Ordnung haben, sich selbst ohne Beimengung anderer Ordnungen überlassen, infolge der kleinen Eigengeschwindigkeiten weitaus kleinere Distanzen voneinander als Gasmoleküle.

Das einzelne Aggregat steht wie beim Gase unter dem Banne der Summe der Wirkungen aller übrigen. Die Aggregate bilden, in größerer Menge gehäuft, eine Flüssigkeitskugel, die

der Gaskugel analog ist. Daher können die Aggregate fünfter Ordnung auch Flüssigkeitsmoleküle genannt werden.

Das einzelne Aggregat steht nicht unter dem Banne des nächsten. Es entkommt nach jeder Annäherung. Der Stoß zwischen Aggregaten dieser Ordnung ist analog dem Stoße niederer Ordnungen. Eine eigentliche Berührung unterbleibt. Jedes Aggregat geht mit dem langsamsten der in ihm enthaltenen Gasmoleküle voran. Die Flüssigkeitsmoleküle treffen einander in der Verfolgung ihrer Eigenrichtung. Während der Annäherung drehen sie sich gegenseitig, bis die führenden Gasmoleküle oder Aggregate vierter Ordnung nach außen gekehrt sind. Dadurch drehen sie sich selbst in gerade entgegengesetzte Richtungen des gegenseitigen Verlassens ohne vorherige Berührung.

Gelingt es den Flüssigkeitsmolekülen, sich in den Absorptionsphasen für Uratome gegenseitig festzuhalten, so erstarrt die Flüssigkeit. Sind sie rasch genug, so entkommen sie einander und die Flüssigkeiten bleiben erhalten. Durch Entziehung von Wärme oder durch Zufuhr von Uratomen werden die Eigengeschwindigkeiten dieser Aggregate fünfter Ordnung herabgesetzt. Daher erstarren die Flüssigkeiten durch Wärmeentziehung.

Das Avogadrosche Gesetz würde auch für Flüssigkeiten gelten, wenn nicht die Distanzen der freien Wege im Verhältnisse zur Größe der Aggregate in Betracht kämen. Die Größe der Aggregate darf nämlich im Verhältnisse zu den Distanzen bei den Gasen vernachlässigt werden, bei den Flüssigkeiten nicht mehr.

Ein Flüssigkeitsmolekül, das einem anderen entkommen ist, begibt sich in seiner neuen Richtung alsbald in die Nähe eines anderen, dem es abermals entkommt. Die Flüssigkeitsmoleküle bewegen sich daher nicht immer zwischen denselben Nachbarn, sondern sie machen verschieden gebrochene Wege. Sie wandern durch die ganze Flüssigkeit. Ungleichartige Flüssigkeitsmoleküle wandern oder gleiten durcheinander wie ungleichartige Gasmoleküle in einem Gasgemenge. Der Weg, den ein Flüssigkeitsmolekül von A bis B macht, deckt sich noch weniger als beim Gasmoleküle mit der geometrischen Distanz zwischen A und B.

Auch die Größe der Flüssigkeitsmoleküle spielt bei der relativen Kleinheit der Distanzen eine Rolle, indem ein Molekül

durch seine Größe gehindert werden kann, zwischen anderen hindurchzugleiten.

Wird der Flüssigkeit Wärme zugeführt, so dehnt sie sich aus. Das heißt, den Flüssigkeitsmolekülen wird ein Teil des Uratomengehaltes entzogen, ihre Wirkungen aufeinander werden schwächer, die Eigengeschwindigkeiten werden größer, und die Flüssigkeitsmoleküle rücken weiter auseinander.

Wird der Flüssigkeit Wärme entzogen, so zieht sie sich zusammen, weil die Eigengeschwindigkeiten kleiner und die Distanzen der Moleküle kleiner werden.

Das Wasser macht hiervon keine wirkliche Ausnahme, denn das Wasser ist zwischen 3,9° und 0° C. keine einheitliche Flüssigkeit im Sinne einer Häufung von Aggregaten fünfter Ordnung, sondern ein Gemenge einer Flüssigkeit aus Aggregaten fünfter Ordnung mit einer Flüssigkeit aus Aggregaten sechster Ordnung. Diese letzteren Teilchen sind noch zu schnell, um zu Eis zu erstarren, auch noch zu wenig, um eine neue einheitliche Flüssigkeit anderer Ordnung zu bilden und doch schon zahlreich genug, um das Verhalten des unverändert gebliebenen Wasseranteiles als einer Flüssigkeit aus Aggregaten fünfter Ordnung zu stören. Diese Aggregate sechster Ordnung sind keine unsichtbar kleinen Eisstückchen, sondern Einheiten, aus denen Aggregate siebenter Ordnung oder Eisstückchen sichtbarer und unsichtbarer Größe durch Erstarrung hervorgehen können. Diese Aggregate sechster Ordnung sind nicht Eiskristalle, sondern isolierte Eiskristallpartikeln, die eine noch zu hohe Eigengeschwindigkeit haben, um sich bei diesen Temperaturen zu Eiskristallen zu vereinigen. Diese isolierten Aggregate bewegen sich wie Flüssigkeitsmoleküle. Indem sie kleinere Eigengeschwindigkeiten haben und größere Atomogenenzahl, so würden sie dadurch allein die freien Weglängen kürzen, und die Flüssigkeit des gewöhnlichen Wassers durch ihre Beimischung um so dichter machen. Da aber diese Aggregate sechster Ordnung nicht Kugelgestalt besitzen, sondern eine viel Raum beanspruchende sparrige Nadelfigur, so wird der Raum weniger ausgenützt, als durch die Aggregate fünfter Ordnung der gewöhnlichen Wasserflüssigkeit.

Wenn man zum Beispiel aus Sternchenfiguren wiederum eine größere Sternfigur zusammensetzt, so nimmt der neue große Stern

mehr Platz weg als die Summe der durcheinandergeworfenen kleinen Sterne, aus denen er zusammengesetzt wurde.

Da die Flüssigkeitsmoleküle individuell ungleiche Geschwindigkeiten haben, so werden die langsamsten sich zuerst zu Aggregaten sechster Ordnung vereinigen und die schnellsten zuletzt. Die Eisbildung würde bei 3,9° auch dann nicht möglich sein, wenn zahlreiche Aggregate sechster Ordnung zugleich entständen, weil die Eigengeschwindigkeiten der Partikeln zu groß sind, um einen festen Körper zu bilden. Sie würden sich nur zu einer schwerer beweglichen Flüssigkeit zusammendrängen. Mit der sinkenden Temperatur sinkt einerseits die Eigengeschwindigkeit der schon gebildeten Aggregate sechster Ordnung, während die Zahl der neugebildeten Aggregate sechster Ordnung steigt.

Die Aggregate sechster Ordnung rücken mit sinkender Temperatur durch immer kleiner werdende Distanzen immer näher zusammen, und bringen sich dadurch in jene Anordnung, die sie im Eise haben werden, da bei kurzen Distanzen die Aggregate sechster Ordnung zwischen denselben Nachbarn hin und her gehen müssen. Sobald die Distanz für die freien Wege null wird, erstarrt die Flüssigkeit aus Aggregaten sechster Ordnung plötzlich zu festem Eise. Der Übergang ist plötzlich, weil zu Aggregate einander im Stoße entweder ganz entkommen oder gar nicht.

Durch Salzlösungen kann die Temperatur für das Erstarren nach unten geschoben werden, weil durch die Aufnahme von Salz in das Wassermolekül die Eigenwärme steigt. Das heißt, es steigt die Eigenwärme und Eigengeschwindigkeit des Moleküles, nicht die Wärme des Raumes, in dem sich die Moleküle befinden. Die Umgebung wird vielmehr kälter, weil die Wärme der Aggregate auf Kosten des umgebenden Raumes und der benachbarten Aggregate der Gefäßwände entsteht. Indem die Aggregate, die wärmer werden, den Uratomengehalt herabsetzen, führen sie der Umgebung Uratome zu; das heißt, der umgebende Uratomenäther wird dichter und die Aggregate der Nachbarschaft werden kälter, weil ihnen mehr Uratome zugeführt werden.

Echte L ö s u n g e n erinnern geradezu an das Avogadrosche Gesetz. Wenn aus drei Volumen gewöhnlichen Sauerstoffes

zwei Volumen Ozon entstehen, so ist gewissermaßen ein Volumen Sauerstoff in zwei andere Volumen so aufgenommen worden, als ob dieses Volumen Sauerstoff verschwunden wäre. Das scheinbare Verschwinden wird aber nur dadurch möglich, daß aus je drei Molekülen Sauerstoff zu zwei Atomen je zwei Moleküle Ozon zu drei Atomen entstehen. Die Molekülzahl ist für zwei Volumen gleich geblieben, die Moleküle selbst sind dichter geworden. Die Eigengeschwindigkeit der Moleküle ist gleich geblieben.

Dasselbe wiederholt sich analog auf der nächst niederen Baustufe in den wäßrigen Salzlösungen. Kochsalz scheint in dem Wasser, worin es gelöst wird, dem Volumen nach zu verschwinden. Die Einheiten des Kochsalzes werden offenbar in die Wassermoleküle chemisch einbezogen, beziehungsweise die Salzmoleküle umgeben sich chemisch mit Wasserhüllen, so daß neue echte Flüssigkeitsmoleküle entstehen, die weder reines Wasser noch reines Chlornatrium sind. Da ein Salzkorn ein Aggregat siebenter Ordnung ist, so scheinen die Chlornatriumteilchen in Aggregate fünfter Ordnung zu zerfallen. Würde die Aggregation sechster Ordnung beibehalten werden, so könnte die Lösung nicht mehr den Charakter einer wäßrigen Flüssigkeit haben. Die Chlornatriumteilchen sechster Ordnung scheinen durch eindringende Wassermoleküle gesprengt zu werden, so daß sie in Aggregate fünfter Ordnung zerfallen. An diese Dissoziation scheint sich eine chemische Bindung anzuschließen, deren Resultat auf fünfter Stufe beharrt.

Die wäßrige Lösung ist eine Art Chemismus auf höherer Baustufe.

Dabei wird vorausgesetzt, daß weder Chlornatrium noch Wasser absolut gesättigte chemische Verbindungen sind. Diese Annahme macht keine Schwierigkeiten, weil das Valenzproblem, wie früher gezeigt wurde, vom monenergetischen Standpunkte aus einen anderen Sinn hat. Der führende Pol eines fertigen Moleküles ist immer eine freie Valenz. Jede chemische Sättigung ist nur relativ. So ist ein Natriumatom relativ ungesättigt, weil es bei gewöhnlicher Temperatur nicht im atomisierten Zustande zu erhalten ist. Ein Chlornatrium ist relativ gesättigt, insofern es bei Wasserabschluß in Ruhe bleibt. Der führende Pol bleibt

aber eine relativ freie Valenz und daher vereinigt sich das Chlornatrium mit dem Wasser der feuchten Luft. Auf dieser relativ freien und immer vorhandenen Valenz, die man in der Sprache eines anderen Standpunktes auch den Rest einer nicht völlig gesättigten Valenz oder auch überschüssige Affinität nennen könnte, beruht schließlich Lösung, Kristallisation, Erstarrung überhaupt, aber auch Assimilation und Wachstum durch Assimilation.

Wenn daher je ein Chlornatriumaggregat fünfter Ordnung sich mit je einem Wasser-Flüssigkeitsmolekül zu einem neuen Aggregate fünfter Ordnung vereinigt, so wird das neue Molekül vielleicht etwas größer, vielleicht auch nur dichter und nicht größer. Wenn die Distanzen der Flüssigkeitsmoleküle dieser Ordnung (mit Ausschluß der Öle, der Äther und des Quecksilbers) für alle chemischen Verbindungen bei gleichen Temperaturen durchschnittlich gleich groß sind, so wird die wäßrige Lösung nicht mehr Raum einnehmen, als das reine Wasser.

Flüssigkeiten entstehen auch aus Gasen und Dämpfen durch erhöhten Druck und durch Verminderung der Temperatur. Es ist das nicht der einzige Weg, wie Flüssigkeiten entstehen können. In anderen Weltzuständen, wo sich noch nicht alle vereinigungsfähigen Gasmoleküle durch die Lage ihrer Bahnen getroffen haben, können Flüssigkeiten dadurch entstehen, daß sich die geeigneten Aggregate dritter Ordnung bei gewöhnlichem Drucke und bei gewöhnlicher Temperatur finden und vereinigt bleiben. Gewöhnlich heißt hier so viel wie nicht lebenzerstörend. In dieser Weise können alle Flüssigkeiten entstehen, die bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Drucke als Flüssigkeiten erhalten bleiben oder mindestens den Kreislauf der Flüssigkeit mitmachen.

Außerdem gibt es eine sozusagen unnatürliche künstliche oder experimentelle Entstehung von Flüssigkeiten durch Druck und Temperatur. Durch Entziehung von Wärme werden die Eigengeschwindigkeiten der Aggregate vierter Ordnung (Gasmoleküle) so lange herabgesetzt, bis die Vereinigungsfähigkeit plötzlich beginnt, und Aggregate fünfter Ordnung (isolierte, aber noch nicht zu Flüssigkeiten gehäufte Flüssigkeitsmoleküle) entstehen. Durch Druckerhöhung werden die Stöße zwischen

Gasmolekülen so häufig, daß auch mitunter mehr als zwei Moleküle gleichzeitig zusammentreffen. Zwei Moleküle bannen bei gleicher Temperatur und ohne Verminderung der Eigengeschwindigkeit ein drittes ebenso leicht, wie ein einzelnes ein anderes einzelnes bei niederer Temperatur und verminderter Eigengeschwindigkeit. Die Bannung erfolgt hier durch die verdoppelte Amerenmasse.

Da die Gasmoleküle individuell ungleiche Geschwindigkeiten haben, so werden die langsamsten zuerst in Aggregate fünfter Ordnung überführt, und die schnellsten zuletzt. Daher sind die Gase, sobald sie nicht mehr die Gesetze der Gase streng befolgen, nicht mehr reine Häufungen aus Aggregaten vierter Ordnung, sondern Gemenge aus zwei verschiedenen Baustufen.

Die neuen Aggregate fünfter Ordnung sind zunächst keine Flüssigkeitströpfchen. Sie bewegen sich wie Gasmoleküle, nur mit dem Unterschiede, daß sie langsamer gehen und durchschnittlich weitaus kleinere Distanzen von den anderen Aggregaten einhalten. Die Distanz zwischen einem echten Gasmolekül und einem Aggregat fünfter Ordnung (einem isolierten Flüssigkeitsmolekül) wächst nach dem Stoße langsamer als zwischen zwei echten Gasmolekülen.

Ist die Zahl der Aggregate fünfter Ordnung groß genug, so vereinigen sich mehrere zu einem kleinen Flüssigkeitströpfchen. Diese Kondensationen werden durch kleine Körperchen (Kondensationskeime) beschleunigt, wenn an diese festen Körperchen, auch Rauchteilchen, Wärme abgegeben werden kann. Wenn viele solche Tröpfchen unabhängig voneinander entstehen, so können sie die Erscheinung des Nebels hervorrufen. Da die Flüssigkeitströpfchen nicht die volle Eignung zum beschleunigten Falle besitzen wie die festen Körper, so werden sie im Gase schweben. Dazu kommt noch unterstützend der Widerstand der Gasmolekülstöße gegen den freien Fall der Tröpfchen und die Umhüllung mit Elektrosphären.

Durch Vereinigung der Tröpfchen zu Tropfen entstehen schließlich die Flüssigkeiten, wobei die echten Gasmoleküle durch die höhere Aggregation mehr und mehr aufgebraucht werden.

Eine Flüssigkeit vermag in den freien Räumen zwischen ihren Molekülen echte Gasmoleküle einzusperren, indem die Gas-

moleküle mit echter Gasgeschwindigkeit oft gebrochene Wege beschreiben, und erst spät aus der Flüssigkeit hinausgelangen. Neue Gasmoleküle treten ein, die wiederum nicht leicht einen Weg hinaus finden.

Wird die Eigenwärme eines Flüssigkeitsmoleküles an der Flüssigkeitsoberfläche erhöht, so entkommt das Flüssigkeitsmolekül nicht nur dem Nachbar, sondern auch der Summe der Wirkungen aller übrigen, wodurch es zur Flüssigkeitskugel zusammengehalten würde, wenn die Moleküle sich selbst überlassen wären. Die Flüssigkeit verdunstet.

Das Flüssigkeitsmolekül kann aber auch in echte Gasmoleküle zersetzt werden. Dann wird die Flüssigkeit nicht verdunsten, sondern vergast werden.

36. Dampf im Unterschiede vom Gase.

Es gibt bekanntlich mehrere Sprachgebräuche für Gas und Dampf. Volkstümlich spricht man nur dann von einem Gase, wenn etwas bei gewöhnlichen Temperaturen und gewöhnlichen Druckverhältnissen gasförmig bleibt und durchsichtig ist. Den Ausdruck Dampf gebraucht man nur dann, wenn höhere Temperaturen oder niederer Druck oder beides zusammen erforderlich ist, daß die Erscheinung besteht. Dunst und Nebel deutet auf Undurchsichtigkeit bei gewöhnlichen Temperaturen hin.

Im wissenschaftlichen Sprachgebrauche bietet das Verhalten in Hinsicht auf Druck, Volumen und Temperatur einen Anhalt zur Begriffsbildung.

Die Aggregationsstufen sind innerhalb der Hypothetik ein geeigneter Anhalt für Einteilungen.

Eine Menge von Aggregaten derselben Aggregationsstufe kann man von der ersten bis einschließlich der vierten Stufe ein echtes Gas nennen. Dementsprechend gibt es reines Prothylgas, reines Atomogengas, reines atomisiertes Gas, und reines molekularisiertes Gas.

Sind Aggregate verschiedener Aggregationsstufen gemengt, so trifft der Ausdruck echtes Gas nicht mehr zu. Man muß dann von einem Gemenge aus echten Gasen verschiedener Aggregationsstufen sprechen.

Ist einem molekularisierten Gase eine Menge isolierter Aggregate fünfter Ordnung beigemischt, so kann man das Gemenge einen Dampf nennen.

Sind kleine Kügelchen von Flüssigkeiten beigemengt, so kann das Gemenge ein Dunst und bei größeren Kügelchen ein Nebel, beziehungsweise eine Wolke genannt werden.

Die Flüssigkeitskügelchen einer Wolke sinken nur langsam zu Boden, weil sie noch nicht die Fähigkeit zum beschleunigten freien Falle der festen Körper in voller Reinheit erlangt haben. Die einzelnen Flüssigkeitsmoleküle des Kügelchens sind mit ihren Eigenbewegungen gegen das Zentrum des Kügelchens gerichtet. Wären die Eigengeschwindigkeiten individuell gleich, so würden die translatorischen Geschwindigkeiten der Tröpfchen null sein. Da aber die Geschwindigkeiten individuell ungleich sind, so ergibt sich eine geradlinige Eigenrichtung der Kügelchen. Es wiederholt sich auf einer bereits sichtbaren Baustufe der Bau der Gaskugeln mit entsprechenden Modifikationen. Das einzelne Flüssigkeitskügelchen steht unter der Summe der Einwirkungen der übrigen. Die Bewegung resultiert aus der geradlinigen Eigenrichtung und aus einem Zuge zum Zentrum des Ganzen. Das Ganze wird außerdem durch die ungleichmäßig verteilten Uratomenstöße langsam zu Boden getrieben. Aber nicht etwa im Sinne eines fallenden festen Körpers, sondern nur im Sinne der Gasmoleküle in der Gaskugel. Jeder gleichen Entfernung vom Erdmittelpunkte entspricht konstant die gleiche Fallgeschwindigkeit. Es ist gleichgültig, ob das Flüssigkeitskügelchen schon vorher gesunken ist, oder ob es erst jetzt zu sinken beginnt. Die vorausgegangene Fallzeit gibt keinen Zuwachs zur Geschwindigkeit, und die Distanz vom Anfangspunkte der Fallbahn ist ohne Einfluß.

Erst wenn sich die Flüssigkeitskügelchen zu größeren Tropfen vereinigt haben, beginnt der gewöhnliche Fall. Aber auch hier zeigt sich, daß große Regentropfen noch nicht genau in derselben Weise fallen wie feste Kügelchen, die dasselbe Gewicht und dieselbe Größe hätten.

Die Bewegungen der Kügelchen gegeneinander innerhalb der Wolke läßt sich nicht genau nach Analogie der Gaskugel behandeln, weil die Kügelchen durch große Elektrosphären vor

der gegenseitigen Berührung geschützt sind. Eben durch diese Hüllen wird aber die Beweglichkeit untereinander erschwert. Es erhellt ferner, daß durchschnittlich gleich große Kügelchen sich für die gleichen Temperaturen in durchschnittlich gleich großen Distanzen halten werden.

Die Distanzen hängen von zwei Variablen ab: von der Größe der elektrischen Ladung und von der Größe der Eigengeschwindigkeiten der Kügelchen. Daher wird eine Wolke in dem einen Falle durch Entziehung der Wärme in Regen verwandelt, und in dem anderen durch Entziehung der überschüssigen elektrischen Ladung. Im ersten Falle wird durch die Kondensation ein Quantum Elektrizität ausgetrieben, in dem anderen Falle führt die Entziehung von Elektrizität zur Kondensation.

F. Aggregate sechster Ordnung.

37. Entstehung von Aggregaten sechster Ordnung aus Aggregaten fünfter Ordnung.

Werden Wassermoleküle als Aggregate der fünften Ordnung auf eine Temperatur zwischen 3,9° und 0° C. gebracht, so werden die Eigengeschwindigkeiten der langsameren Moleküle derart herabgesetzt, daß sich die Moleküle im Falle ihres Zusammentreffens gegenseitig zu einem Aggregate sechster Ordnung gebannt halten.

Gäbe es keine individuellen Ungleichheiten, so würden alle Moleküle bei derselben Temperatur höher aggregiert werden, und der Gefrierpunkt läge dann irgendwo zwischen 4° und 0°, wobei die Flüssigkeit bis zum Augenblicke des Erstarrens eine reine Flüssigkeit bleiben würde. Das heißt, das Volumen der Flüssigkeit würde bis zum Augenblicke des Gefrierens mit sinkender Temperatur abnehmen.

Diese Aggregate sechster Ordnung bedeuten durchaus noch nicht den Zustand des festen Aggregates. Sie bewegen sich isoliert mit weitaus kleineren Eigengeschwindigkeiten in ihren Eigenrichtungen zwischen den echten kleineren und schnelleren Flüssigkeitsmolekülen. Das Wasser ist bei diesen Tempera-

turen ein Gemenge von zwei Flüssigkeiten verschiedener Aggregationsordnungen.

Das neue Aggregat ist durch zwei echte Flüssigkeitsmoleküle nicht gesättigt. Es werden mehrere Moleküle zu einem fertigen größeren zusammentreten. Die Mechanik des Aufbaues ist analog der Mechanik der niederen Aggregationen. Auch das neue Molekül wird mit dem langsamsten seiner Teile voran gerichtet seinen Weg machen. Auch die Moleküle sechster Ordnung werden sich beim sogenannten Stoße nicht eigentlich berühren, sondern während der Annäherung in sich drehen, und die Pole der Eigenrichtung so drehen, daß die führenden Pole nach außen gerichtet sind. Ist die Temperatur hoch genug oder sind die Eigengeschwindigkeiten groß genug, so werden die Aggregate sechster Ordnung einander wieder entkommen. Es tritt keine Erstarrung ein. Die Aggregate treffen sich nicht durch die Anziehung aus der Ferne, sondern durch die Lage ihrer Bahnen, die vom letzten Zusammentreffen her bestimmt ist. Zwischen zwei Stößen liegen freie Wege. Die Häufungen aus Aggregaten sechster Ordnung verhalten sich wie Flüssigkeiten mit größeren Teilchen und kleineren Distanzen.

Die Aggregate sechster Ordnung des Wassers lassen sich nicht rein darstellen. Über dem Gefrierpunkte sind sie immer mit Aggregaten fünfter Ordnung gemischt. Unter 0° C. ohne Salzlösung gehen sie rasch in den Zustand der Aggregate siebenter Ordnung oder in einen festen Körper über.

Abgesehen von dieser wäßrigen Mischung sind diese Aggregate möglich: als feinster Staub, als feinster Rauch, als Öle und ölige Flüssigkeiten, als ätherische Flüssigkeiten und als flüssiges Quecksilber.

38. Staubkugeln aus Aggregaten sechster Ordnung. Rauch. Öle. Ätherflüssigkeiten. Flüssiges Quecksilber.

Isolierte Aggregate sechster Ordnung im freien Uratomenäther sich selbst überlassen, würden sich zu einer Kugel formen nach Analogie der Gaskugeln und der Flüssigkeitskugeln aus Aggregaten fünfter Ordnung. Diese Kugeln hätten aber je nach der chemischen Konstitution sehr verschiedenen Charakter. Sie

wären entweder Staubkugeln, oder Rauchkugeln, oder Ölkugeln, oder Ätherkugeln, oder Quecksilberkugeln.

Staub bedeutet im gewöhnlichen Wortsinne eine Häufung außerordentlich kleiner fester Körper. Da aber die festen Körper bei fortgesetzter Zerstäubung oder Pulverisierung schließlich in isolierte Aggregate sechster Ordnung zerfallen, so kommt man zum Begriffe eines feinsten Staubes, der eine reine Häufung von Aggregaten sechster Ordnung ist.

Viele solcher Aggregate im freien Weltraume sich selbst überlassen, müßten sich zu einer Staubkugel formen. Da die Aggregate Eigengeschwindigkeit und Eigenrichtung besitzen, wenn auch in geringerem Maße der Geschwindigkeit, so ist die Formung möglich. Da die Distanzen zwischen den Aggregaten im Verhältnisse zu den Größen der Umrisse der Aggregate klein sind, so wird die Bewegung durcheinander innerhalb der Staubkugel auf Schwierigkeiten stoßen. Die Aggregate werden sich infolge ihrer sparrigen Gestalt, die aus der Atomenstruktur folgt, in so komplizierter Weise und so oft stoßen, daß diese ruhelose Bewegung nur unbedeutende translatorische Resultate ergeben wird. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß in entsprechend sehr langer Zeit ein Aggregat durch die ganze Staubkugel wandert.

Infolge dieser „Verspießungen" dient ein Aggregat zwei anderen als Hebel oder auch als Wage. Sind die chemischen Konstitutionen ungleich, so nähert sich die größere Amerenmasse dem Zentrum der Staubkugel. Es wird eine größere Zahl von Uratomenstößen gegen eine kleinere, und eine größere Amerenzahl gegen eine kleinere ausgespielt. Die Aggregate der größeren Atomogenenzahl sinken in das Innere der Staubkugel.

Sind isolierte Aggregate der sechsten Ordnung einem Gase beigemengt, so werden sie sich infolge ihrer Eigenrichtung und Eigengeschwindigkeit wie sehr große und sehr langsame Gasmoleküle verhalten. Sie müssen in der Luft schweben. Nur durch äußere Einwirkungen wie Stürme und Regen können sie zu Boden gebracht werden. Daraus erklärt sich das Verhalten des feinsten Staubes, der nach vulkanischen Eruptionen in den höheren Luftschichten sich jahrelang erhält und mit der Luft um den ganzen Planeten wandert.

Sind die Aggregate sechster Ordnung bei höherer Temperatur relativ schnell und die Distanzen zwischen ihnen relativ groß, so kann man die Häufung einen Rauch nennen. Volkstümlich bedeutet Rauch nur einen feineren Ruß, und nur etwas, was im Gefolge einer Feuererscheinung auftritt.

Ist die chemische Konstitution und die damit verbundene Atomenfigur günstig, so treten keine „Verspießungen" ein, und die Aggregate sechster Ordnung bewegen sich aneinander vorbei wie Wassermoleküle. Sie bilden eine Flüssigkeit, die sich aber von Wasser durch weitaus kleinere Distanzen zwischen den Molekülen und durch die höhere Aggregationsstufe der Moleküle unterscheidet.

Wesentlich ist die kleinere Distanz, denn die höhere Aggregationsstufe kann das Volumen des Aggregates nur dann vergrößern, wenn die Atomogenenzahlen und die Figuren der Moleküle gleich sind. Höher aggregierte Moleküle aus kleinen Atomen müssen nicht immer einen größeren Umriß haben als nieder aggregierte aus großen Atomen. Gewöhnlich wird allerdings die höhere Aggregationsstufe den größeren Umriß haben.

Die Eigengeschwindigkeit hängt nicht von der Atomogenenzahl ab, sondern von der Aggregationsstufe. Da die Eigengeschwindigkeiten der Aggregate sechster Ordnung durch die Brechung und Einwicklungen der Geschwindigkeiten der Aggregate fünfter Ordnung erzeugt werden, und nur auf Beschleunigungsdifferenzen beruhen, so werden die Geschwindigkeiten der Aggregate sechster Ordnung zwischen engeren Grenzen liegen als die der Aggregate fünfter Ordnung, und der Durchschnittswert wird weitaus tiefer liegen.

Da der Durchschnittswert für Aggregate fünfter Ordnung für alle chemischen Verbindungen identisch ist, so sind auch die Durchschnittswerte für Aggregate sechster Ordnung unabhängig von der chemischen Konstitution gleich.

Flüssigkeiten aus Aggregaten sechster Ordnung scheinen die Öle, die Äther und das Quecksilber zu sein.

Dafür spricht vieles. Die Öle und physikalisch ölähnlichen Flüssigkeiten sind mit dem Wasser und den wasserähnlichen Flüssigkeiten nicht mischbar.

Ein Wasserquantum erzeugt an seiner Oberfläche ein dich-

teres Wasserhäutchen. Ein Ölhäutchen ist von charakteristisch anderen Eigenschaften. Es ist auffallend, daß Gasmoleküle, die durch ein Wasserhäutchen hindurchgehen, durch ein Ölhäutchen aufgehalten werden. Eine Ölhaut ist eine mittlere Aggregationsstufe zwischen Wasser und einem festen Körper. Öl hat den Charakter einer echten Flüssigkeit; aber nicht alle Flüssigkeiten müssen zur selben Aggregationsstufe gehören, sowie auch nicht alle Gase zur selben Aggregationsstufe gehören müssen, weil ihre Teilchen große Unabhängigkeit voneinander besitzen.

Das flüssige Quecksilber hat mit den Ölen manche Ähnlichkeiten, die alle auf die relativ kleinen Distanzen zwischen den Molekülen hinweisen. Wenn man einmal auf dem Standpunkte steht, daß die Eigengeschwindigkeiten von der Aggregationsstufe und nicht vom spezifischen Gewichte abhängen, dann muß man auch annehmen, daß Extreme wie flüssiges Quecksilber, schwimmendes Öl und Ätherflüssigkeit sich darin treffen, daß sie derselben Aggregationsstufe angehören.

Die Aufnahme eines Öles in Alkohol kann der wäßrigen Lösung eines Salzes analog betrachtet werden.

Flüssigkeiten aus Aggregaten sechster Ordnung müssen nicht unbedingt miteinander mischungsfähig sein. Wenn in einer Gruppe großer Moleküle die Distanzen zwischen den Molekülen durchschnittlich ebenso groß sind wie die Distanzen zwischen den kleinen Molekülen einer anderen Gruppe, so können die großen Moleküle im Gedränge durcheinander gehen, weil eines dem anderen Platz macht. Im Gedränge der kleinen kommt aber ein großes nicht vorwärts, weil ihm dadurch nicht geholfen ist, daß ihm ein kleines Platz macht. Es muß ihm nicht so viel Platz gemacht werden, als das kleine hatte, sondern so viel als das große braucht.

Wird das große Molekül durch einen äußeren Zwang in das Gedränge der kleinen hineingeschoben, so findet es jetzt den Weg heraus ebenso schwer, als es ihn früher hineingefunden hat, und aus denselben Ursachen. Darauf weist die Möglichkeit hin, Quecksilber mit Fett zu verreiben; diese Verreibung hat man auch die Tötung des Quecksilbers genannt.

G. Aggregate siebenter Ordnung.

39. Entstehung von Aggregaten siebenter Ordnung aus Aggregaten sechster Ordnung. Ungleiche Ausdehnung chemisch ungleicher Körper durch Wärme.

Wird chemisch reines Wasser auf 3,9° C. abgekühlt, so verwandelt sich ein Teil der Aggregate fünfter Ordnung in Aggregate sechster Ordnung. Diese neuen Aggregate sind wiederum Flüssigkeitsmoleküle, jedoch größer und langsamer. Von 3,9° bis 0° besteht ein Gemenge zweier Flüssigkeiten, die nur chemisch aus denselben Elementen bestehen.

Bis 0° werden die neuen Flüssigkeitsmoleküle nicht nur zahlreicher, sondern auch langsamer. Die Distanzen zwischen ihnen und zwischen zwei Molekülen verschiedener Aggregationsstufen werden kleiner. Die Eigengeschwindigkeiten der großen Moleküle sind aber immer noch groß genug, um das gegenseitige Entkommen der Moleküle nach einem Zusammentreffen zu ermöglichen.

Bei 0° C. werden die Geschwindigkeiten so klein, daß kein Molekül dem anderen nach einem Zusammentreffen entkommt. Dadurch schließen sich sämtliche Aggregate sechster Ordnung, die zugleich auf dieselbe Temperatur gebracht wurden, rasch nacheinander in ein einziges starres System von sichtbarer Größe zusammen. Durch die individuellen Ungleichheiten der Eigengeschwindigkeiten ist das Zusammenschließen nicht mathematisch genau gleichzeitig. Es werden auch einige noch frei bewegliche Aggregate durch die ringsumher erstarrenden wie in einem Netze eingefangen.

Die Erstarrung erfolgt plötzlich zwischen je zwei Molekülen nicht dadurch, daß die Moleküldistanzen auf null sinken, sondern dadurch, daß das Entkommen unmöglich wird, so daß die noch vorhandenen Distanzen nicht mehr als freie Wege benutzt werden können. Da es kein halbes Entkommen gibt, so ist der Übergang von der Freiheit zur Gebundenheit zwischen zwei Molekülen plötzlich. Diese zwei Moleküle sind ein Erstarrungskeim. Viele Erstarrungskeime entstehen unabhängig voneinander in rascher Abfolge. Die erstarrten Gebiete schließen sich zu einem Ganzen.

Die Erstarrung einer Schmelze beruht auf der Herabsetzung der Eigengeschwindigkeiten einer Menge von Aggregaten derselben Aggregationsstufe. Ebenso die Erstarrung eines Öles.

Auch in dem starren Systeme siebenter Ordnung behalten die Aggregate sechster Ordnung ihre periodischen Bewegungen gegeneinander mit ihren Eigengeschwindigkeiten und Eigenrichtungen, sowie die Atome innerhalb des Moleküles nicht starr sind, sondern ihre periodischen Bewegungen gegeneinander unermüdlich ausführen. Die Bewegungen der Teilchen sind nicht langsamer, sie sind nur gebrochen und eingewickelt.

Infolge der durchschnittlich genommen gleichen Eigengeschwindigkeiten chemisch ungleicher Körpermoleküle bei gleicher Temperatur werden sich alle festen Körper gegen die steigende Temperatur untereinander verglichen gleich verhalten, was die Distanz zwischen den Molekülen betrifft. Sie werden ohne Unterschied der Konstitution bei zunehmender Temperatur ein größeres Volumen einnehmen, und sich in dieser Beziehung, was die Distanzen zwischen den Molekülen betrifft, wie echte Gase verhalten.

Nun kommt aber hinzu, daß auch die Volumina der Körpermoleküle mit der Temperatur variabel sind. Chemisch ungleiche Körpermoleküle verhalten sich gleicher Temperaturänderung gegenüber in der Ausdehnung ungleich. Sie verhalten sich sogar nach verschiedenen Richtungen des Moleküles ungleich. Das ist selbstverständlich, weil die Aggregate vom Atomogene aufwärts nicht mehr Kugelform haben.

Zwanzig Atomogene, die in gleichen Distanzen aufgestellt sind, und ihre Distanzen als Einheiten genommen um ein Zehntel vergrößern, werden ihre Reihe um 2 Längeneinheiten länger machen. Zwanzig Atomogene in zwei parallelen Reihen zu zehn machen die Doppelreihe nur um eine Einheit länger. Das Volumen eines Aggregates höherer als zweiter Ordnung wird sich nicht gleichmäßig nach allen Richtungen und auch nicht proportional zur Atomogenenzahl verändern.

Die festen Körper verhalten sich in dieser Hinsicht nicht anders als die echten Gase. Auch bei den echten Gasen verhalten sich die Distanzen zwischen den Gasmolekülen proportional der Temperatur, und die Gasmoleküle nicht proportional.

Bei der relativen Kleinheit der Distanzen der Gasmoleküle macht sich das ungleichmäßige Verhalten chemisch ungleicher Gasmoleküle nicht bemerkbar. Man spricht von dem Gasvolumen, unterscheidet aber nicht die Summe der Volumina der Gasmoleküle von dem Volumen des Gasgefäßes nach Abzug der Summe der Volumina der Gasmoleküle. Würde man diese Unterscheidung bei festen Körpern und bei echten Gasen durchführen, dann hätte man das richtige tertium comparationis. Dann ergäbe sich aber auch ein gleiches Verhalten.

40. Feste Körper sind Aggregate siebenter Ordnung. Häufung fester Körper.

Ein fester Körper ist ein Aggregat siebenter Ordnung, und sehr häufig von sichtbarer Größe.

Was den festen Körper von allen niederen Aggregationsstufen unterscheidet, das ist die große Zahl der Aggregate, die sich fast gleichzeitig zu einem neuen Systeme zusammenfindet. Wenn sich zwei niedere Aggregate getroffen und vereinigt hatten, so folgte daraus die Entstehung einer neuen niederen translatorischen Eigengeschwindigkeit mit einer Eigenrichtung aus den Beschleunigungsdifferenzen. Kam eine dritte und eine vierte Einheit hinzu, so wurde zwar die translatorische Eigengeschwindigkeit und die Eigenrichtung dadurch geändert, aber es blieb eine einzige Eigengeschwindigkeit und eine einzige Eigenrichtung erhalten, weil das gesamte Aggregat ein einziges Zentrum in einem einzigen Kerne hatte, woraus sich die Beschleunigungsdifferenz ergeben konnte. Das langsamste Teilchen war immer auch der führende Pohl des Ganzen.

Eben diese Verhältnisse sind beim festen Körper durch die enorme Zahl der gleichzeitig oder rasch nacheinander vereinigten Teilchen unmöglich.

Die Aggregate sechster Ordnung kann man, wenn sie zu einem festen Körper vereinigt sind, Körpermoleküle nennen. Die Körpermoleküle haben individuell ungleiche Eigengeschwindigkeiten. Die Eigenrichtungen sind durch die Achse des Moleküles zwischen dem „führenden“ und dem „geführten“ Pole gegeben. Die Konstruktionen und die Begründungen sind dieselben

wie beim chemischen Atome und bei den verschiedenen Molekülarten.

Zwischen jedem führenden Pole eines Körpermoleküles und der Annäherungsstelle des benachbarten Moleküles entsteht eine individuelle translatorische Geschwindigkeit in einer individuellen Eigenrichtung.

Denken wir statt eines Körpermoleküles drei aufeinander senkrecht stehende Stücke von Geraden, die sich in einem Punkte schneiden. Am Ende der einen Geraden sei der führende Pol, am Gegenende der geführte. Diese Gerade ist die Achse des Moleküles in der Eigenrichtung. Die anderen Geraden sind keine Bewegungsrichtungen des Ganzen, sondern nur geometrische Achsen.

Lassen wir ein solches Achsensystem mit einem zweiten zusammentreffen. Die Systeme werden sich drehen, und die „geführten" Pole einander zukehren. Zwischen den geführten Polen entsteht eine der translatorischen Eigengeschwindigkeiten und Eigenrichtungen des künftigen starren Körpers. Nun vereinigt sich aber dieses Achsensystem an jedem Achsenende mit einem anderen, also im ganzen mit sechs anderen Systemen. Zwischen diesem Systeme und den sechs Nachbarn entstehen zwischen sechs Endpunktpaaren von Achsen sechs individuell ungleiche Eigengeschwindigkeiten und Eigenrichtungen des künftigen starren Körpers.

Ein fester Körper hat daher nicht eine Eigengeschwindigkeit und eine Eigenrichtung, die von einem Punkte aus zu verstehen ist, sondern enorm viele Eigengeschwindigkeiten in ebenso vielen Eigenrichtungen aus vielen Punkten des ganzen Systemes.

Sind alle Eigenrichtungen zwischen dem führenden und dem geführten Pole eines jeden Körpermoleküles parallel und gleich gerichtet, so bewegt sich der feste Körper mit dem Durchschnitte seiner vielen Eigengeschwindigkeiten in denselben Richtungen, beziehungsweise in parallelen Richtungen aller seiner Moleküle. Er hat dann das Maximum der ihm möglichen translatorischen Geschwindigkeit entwickelt.

Sind die vielen Eigengeschwindigkeiten des festen Körpers regellos durcheinander gerichtet, so kann man die Eigenrichtungen zerworfen nennen.

Sind die Eigenrichtungen regellos oder regelmäßig so gegeneinander gelagert, daß die resultierende Bewegung des festen Körpers null wird, so ist der feste Körper in Ruhe oder im Minimum der ihm möglichen translatorischen Geschwindigkeit.

Ruhe ist nur Einwicklung und Zerwerfung einer Vielheit von Eigenrichtungen. Wo es keine Vielheit von Eigenrichtungen gibt, dort ist auch keine Ruhe möglich. Daher ist Ruhe nur bei festen Körpern und bei Flüssigkeiten möglich. Der feste Körper ist das einzige Aggregat, das ruhen kann; alle niederen Aggregate haben je eine einzige Eigenrichtung und je eine einzige Eigengeschwindigkeit, die mit der Temperatur variiert, aber die niemals null werden kann. Das Flüssigkeitsmolekül ist der Ruhe unfähig. Die Flüssigkeit als eine Häufung von Flüssigkeitsmolekülen kann zur Ruhe kommen, weil die Eigenrichtungen der Flüssigkeitsmoleküle zugleich die Vielheit der Richtungen der Flüssigkeit bedeuten, die gegeneinander zerworfen werden können. In demselben Sinne ist auch eine Gaskugel der Ruhe fähig. Flüssigkeitstropfen und Gaskugeln können aber nicht gut Aggregate genannt werden. Sie sind Vielheiten einzelner Aggregate, die sich zu einer Kugel zusammenhalten ohne eine neue höhere Aggregation einzugehen. Eine Aggregatenhäufung ist von einer Aggregation höherer Ordnung wesentlich verschieden. Es dürfte sich empfehlen, statt Aggregatenhäufung für die Zukunft einen neuen und schärferen Ausdruck einzuführen. Statt von einer „Häufung“ könnte man von einer „Agglomeration“ reden. Glomerare heißt nur zu einer Kugel ballen, während grex den Nebensinn des Organisierten, und zwar des natürlich Organisierten hat. Die Kugelform ist für die „Aggregation“ nicht wesentlich, wohl aber für die Agglomeration. Jedes Aggregat hat einen führenden Pol, was auch zum Begriffe grex gehört, während der Agglomeration die führenden und geführten Pole fremd sind. Die Agglomeration würde demnach die Aggregation voraussetzen. Aggregate, die sich nicht höher aggregieren, werden agglomeriert.

Dividiert man die Zahl der in einem Körper gleichgerichteten Körpermoleküle durch die Zahl aller vorhandenen, so erhält man einen Bruch, der mit der sichtbaren Geschwindigkeit des festen

Körpers zusammenhängt. Ist die Hälfte der Moleküle eines festen Körpers gleichgerichtet und gibt die andere Hälfte mit ihren zerworfenen Richtungen die Resultierende null, so ist in diesem Falle der Körper im halben Maximum der von ihm entwickelbaren translatorischen Eigengeschwindigkeit.

Mit der Zahl der Gleichrichtungen wächst die sinnenfällige Geschwindigkeit der Körper. Die Zahl ist relativ zur Zahl der überhaupt vorhandenen Körpermoleküle zu nehmen, wenn man die Geschwindigkeitsänderung eines festen Körpers mit der eines anderen vergleichen will, der eine andere Zahl von Körpermolekülen enthält.

Dividiert man die Zahl derjenigen Moleküle, durch deren Gleichrichtung die Ruhe des Körpers überwunden wird, durch die Zahl der überhaupt vorhandenen Körpermoleküle, so erhält man einen Quotienten, der der physikalischen Geschwindigkeit oder dem sinnenfälligen Wege des sichtbaren Körpers in der Zeiteinheit genau proportional ist. Die empirisch ermittelte Geschwindigkeit ist zugleich der Ausdruck für das Verhältnis der Richtungen der Eigengeschwindigkeiten.

Das Maximum der entwickelbaren Eigengeschwindigkeit ist experimentell nicht zu ermitteln, weil die Körper im beschleunigten Falle immer schon den Boden erreicht haben lange bevor sie das Maximum erlangen. Für die Bewegung der Gestirne ist aber der Begriff dieses Maximums wichtig. Es gibt keinen Beweis dafür, daß die Geschwindigkeiten der festen Körper ins Endlose beschleunigt werden können.

Die Eigengeschwindigkeiten der Atomogene waren individuell ungleich, und zwischen Grenzen eingeschlossen, die enger waren als die Grenzen für Prothyleinheiten. Die Grenzen für Atome waren noch enger, und der Durchschnittswert niedriger als für Atomogene und für chemisch ungleiche Atome identisch. Die Grenzen für Moleküle waren wiederum enger, der Durchschnittswert wiederum niedriger als für Atome, und für chemisch ungleiche Moleküle identisch. Das wiederholt sich in der Stufenfolge: Gasmolekül — Aggregat fünfter Ordnung — Körpermolekül. Die Geschwindigkeiten der Körpermoleküle werden individuell ungleich, dabei in die relativ engsten Grenzen eingeschlossen sein; der Durchschnittswert wird relativ der

niedrigste sein, und für chemisch ungleiche Körpermoleküle identisch.

Die Maxima der entwickelbaren resultierenden Eigengeschwindigkeiten der Körper werden daher für alle Körper gleich sein, ohne Einfluß der chemischen Konstitution.

Trotz der enorm großen Zahl der Körpermoleküle kann der Umriß eines Aggregates siebenter Ordnung eine gesetzmäßige Gestalt, das heißt eine Gestalt durchschaubarer Gesetzmäßigkeit annehmen. Die Atome sind bereits nach Achsen gebaut, ebenso die verschiedenen Stufen der Moleküle. Je starrer sich der Achsenumriß bei zunehmender Aggregation zu neuen Achsenfiguren erhält, desto wahrscheinlicher wird es, daß die Figur des Aggregates sechster Ordnung (Kristallpartikel) Konsequenzen für die Figur des Aggregates siebenter Ordnung (Kristall) hat. Jedes Aggregat hat außer seiner Eigengeschwindigkeit, Eigenrichtung und Eigenwärme auch seine Eigengestalt. In diesem Sinne sind alle Aggregate sechster Ordnung kristallisiert. Kristall heißt nichts anderes als Eigengestalt. Da aber das Aggregat siebenter Ordnung eine enorme Zahl von Eigenrichtungen in enorm vielen verschiedenen Punkten besitzt, die gegeneinander verworfen werden können, so können auch die Eigengestalten der Körpermoleküle so untereinander zerworfen sein, daß keine Eigengestalt des Aggregates siebenter Ordnung daraus resultiert. Der feste Körper heißt dann amorph, ohne Eigengestalt.

Die Eigengestalt des Gasmoleküles ist die Kristallpartikel für die Eigengestalt des Flüssigkeitsmoleküles (Aggregate fünfter Ordnung), und diese wiederum ist eine Kristallpartikel für das Körpermolekül (Aggregat sechster Ordnung). Dieses Körpermolekül ist wiederum ein ganzer Kristall, wenn man es auf die niedere Baustufe bezieht.

Da die niederen Aggregate keine starre Gestalt, sondern nur Gestaltphasen haben, so beziehen sich diese Ausdrücke auf die mehr oder weniger starren Umrisse, in denen die Gestaltsphasen eingeschlossen bleiben. So werden die Gestaltphasen eines Atomogenes in einen kugelförmigen Umriß eingeschlossen sein; die Gestaltphasen eines dreiachsigen Gebildes aus sechs Armen werden in einem Umrisse von sechs Stäben oder Armen

eingeschlossen sein, die periodisch lang und kurz, dünn und dick sind, auch Drehungen wie in einem Gelenke ausführen können.

Bei der Kristallisation muß sich nicht Körpermolekül an Körpermolekül lückenlos anlegen. Das Wachstum durch Apposition erfolgt auch dann, wenn hin und wieder ein Molekül, und selbst eine Molekülschichte ausbleibt. Die Kristallmoleküle sind keine Ziegelsteine. Es ist keine Anziehung aus der Ferne da, die einen Ziegelstein zwingt, in eine vergessene Lücke hineinzufallen. Der Anschluß erfolgt immer zwischen zwei Endpunkten von Armen, deren jeder einem anderen Körpermoleküle angehört. Der Anschluß kann daher auch Lücken lassen (wie Figur 20) oder ganze Schichten durch stützende Säulen voneinander halten (Figur 21).

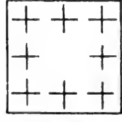


Fig. 20.

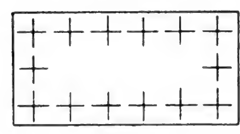


Fig. 21.

Der feste Teil unseres Planeten ist kein fester Körper, sondern ein Agglomerat einer großen Erdrinde mit den zahlreichen kleinen festen Körperchen, die die Erdoberfläche bedecken. Diese Körperchen haben alle nur zerworfene Eigengeschwindigkeiten. Sie haben Entwicklungen derselben durch partielle Gleichrichtungen nur für kurze Zeit, dann kommen sie wieder durch Zerwerfung zur Ruhe. Während der Bewegungszeit haben die Körperchen die Tendenz, sich zu einer Himmelskugel zusammenzuhalten, also gelegentlich im Sinne des Ergebnisses einer Kugelform auseinander zu rutschen.

IV. Eigengeschwindigkeiten und von außen erteilte Geschwindigkeiten.

41. Die Veränderlichkeit der translatorischen Eigengeschwindigkeiten.

Die Entwicklung der Konsequenzen des Urstoßgesetzes hat ergeben, daß es im Grunde genommen nur Eigengeschwindigkeiten und nirgends Ruhe gibt. Die frei fliegenden Uratome sowie die aggregierten Uratome oder die Amere haben nicht nur eigene, sondern auch konstante und individuell ungleiche Geschwindigkeiten. Unter den frei bleibenden Uratomen kann es auch gleich schnelle geben. Da die Bewegungsgrößen der letzten Teilchen sich gegenseitig gleich machen müssen, so wird die Summe der absoluten Werte der Bewegungsgrößen im Weltall weder vermehrt noch vermindert. Die Uratome und die Amere ändern nicht ihre Bewegungsgrößen, und auch nicht ihre Geschwindigkeiten, sondern nur ihre Richtungen.

Den Uratomen und den Ameren wird weder eine Geschwindigkeit von außen erteilt, noch von außen abgenommen. Das alles erfolgt nach dem Urstoßgesetze nur zu einer Weltzeit, wo die Bewegungsgrößen noch nicht ausgeglichen sind.

Die Eigengeschwindigkeiten der Aggregate sind bereits variabel. Sie verändern sich mit der Zahl der Uratome, deren Bahnen radiiert werden. Durch die radiierte Emission, durch die radiierte Remission und durch die Absorption (vorübergehende Aufnahme im Sinne der Durchdringung) wird die Aggregation ermöglicht. Daher ist sie auch von der Uratomenzahl oder von der variablen Dichte des Uratomenäthers abhängig, die notwendig in der nächsten Nähe eines größeren Ameres variiert bis zur vorübergehenden Erzeugung eines eng umschriebenen Vakuums.

Die translatorische Eigengeschwindigkeit aller Aggregate variiert daher mit der Temperatur (Uratomenätherdichte) und mit der Nähe einer größeren Amerenmasse. Daher erfahren die Amere sowie die Aggregate, mit Ausschluß der festen Körper, bei den gegenseitigen Annäherungen gewisse Beschleunigungen, die aber mit der Beschleunigung im Sinne der Acceleration beim freien Falle fester Körper nicht identisch sind. Sie sind vielmehr entfernt ähnlich den Accelerations-Differenzen für ungleich hohe Punkte der Erdoberfläche am Ende der ersten Sekunde des freien Falles. Sie bestehen streng genommen nur in einem Unterschiede der Brechungen der Bahnen.

Die festen Körper oder die Aggregate siebenter Ordnung haben nicht eine Eigengeschwindigkeit, sondern zahlreiche Eigengeschwindigkeiten und zahlreiche Eigenrichtungen, durch deren Zerwerfung sie der Ruhe fähig werden.

42. Die translatorischen Geschwindigkeiten der Aggregate höherer Ordnung sind Einwicklungen der Geschwindigkeiten der Aggregate niederer Ordnung.

Gehen zwei Wanderer mit ungleicher Geschwindigkeit unbekümmert um einander ihre Wege, so „entwickelt" jeder seine eigene Geschwindigkeit. Kehrt aber der schnellere von Zeit zu Zeit um, und geht er dem langsameren mit zunehmender Geschwindigkeit entgegen bis er wieder mit ihm zusammengetroffen ist, worauf er wieder mit der ihm eigenen größeren Geschwindigkeit vorausgeht, so kommen beide nur mit der Geschwindigkeit des langsameren vom Platze. Die Geschwindigkeit des langsameren ist hindernislos „entwickelt", die des schnelleren ist „eingewickelt". Das ist ein Gleichnis für ein zweiameriges Aggregat erster Ordnung.

Nun komplizieren wir das Gleichnis. Ein langsamer Wanderer gehe mit vielen schnelleren zugleich auf einem Wege zwischen *A* und *B*. Die Schnelleren gehen mit verschiedenen Geschwindigkeiten in der Richtung nach *B*, der Langsamere in der Richtung nach *A*. Nach einiger Zeit kehren alle um, und gehen einander mit beschleunigten Geschwindigkeiten entgegen, bis sich die Schnelleren und der Langsame zugleich am selben

Orte getroffen haben. Daraufhin kehren wieder alle um. Der Langsame geht wieder mit abnehmender Geschwindigkeit nach *A*, und die Schnelleren gehen wieder mit abnehmenden Geschwindigkeiten nach *B*.

Fände keine Differenz der Beschleunigung statt, so käme die Gruppe immer im selben Orte zwischen *A* und *B* zusammen. Die translatorische Geschwindigkeit der Gruppe wäre Null, obwohl die Bewegungen der einzelnen nicht aufgehört haben, sondern nur eingewickelt sind. Eine Steigerung der Geschwindigkeiten bei gleichen Wegen würde für die translatorische Geschwindigkeit der Gruppe kein positives Resultat ergeben. Ebensowenig eine Vergrößerung der Weglängen bei gleichen Geschwindigkeiten.

Die Beschleunigungen als solche würden auch nichts nützen, wenn sie nicht ungleichmäßig verteilt würden. Die Beschleunigungserteilung und Verzögerungserteilung geht hauptsächlich vom Langsameren aus. Der langsame Wanderer hat daher die kleinste Beschleunigung, wenn er in der Richtung nach *B* den schnelleren entgegengeht. Daher trifft der Langsamere die Schnelleren nicht immer am selben Orte. Diese Orte des Zusammentreffens verschieben sich im Laufe der Zeit beständig in der Richtung nach *A*, weil die von *B* kommenden Schnelleren rascher dem Zusammentreffen entgegeneilen.

Der langsame Wanderer hat in der Richtung nach *A* die kleinste Verzögerung. Er wird daher die Verschiebung des Ortes des nächsten Zusammentreffens in der Richtung nach *A* nicht wieder einbringen. Es wird also die gesamte Gruppe der Wanderer eine translatorische Geschwindigkeit erhalten, mit der sie schließlich in *A* eintrifft. Der Führende und Richtunggebende in der ganzen Gruppe ist paradoxerweise der Langsamste. Die translatorische Geschwindigkeit ist das Verhältnis der Summe der Distanzen der Orte des Zusammentreffens zur Zeit, die zu dem wiederholten Zusammentreffen erforderlich war. Die Geschwindigkeiten aller Wanderer sind jetzt „eingewickelt". Wenn es nirgends zwei gleich schnelle und gleich starke Beschleunigung erteilende Wanderer gibt, so wird die translatorische Geschwindigkeit niemals Null sein. Sie wird aber auch immer viel kleiner sein als die kleinste der eingewickelten Geschwindig-

keiten. Das ist ein Gleichnis für die Eigengeschwindigkeit, Eigenrichtung und „Bewegungsstruktur" eines gesättigten Aggregates erster Ordnung, und zugleich für jedes Aggregat höherer Ordnung, sobald es gesättigt oder mindestens aus einer genügend großen Zahl von Aggregaten niederer Ordnung gebaut ist.

Wird die Beschleunigungserteilung schwächer, so steigt paradoxerweise die translatorische Geschwindigkeit der Gruppe. Indem der langsame Wanderer immer kürzere Wege zurück macht, und dabei weniger beschleunigt und verzögert ist, nähert er sich immer mehr der „entwickelten" Eigengeschwindigkeit. Die Beschleunigung, die er selbst erteilt, wird zwar auch schwächer, aber sie ist relativ zu der, die ihm gegeben wird stärker und dient hauptsächlich dazu, die schnelleren Teilnehmer immer wieder zur Gruppe zurückzubringen. Eigentlich ist es selbstverständlich, daß die Beschleunigungsdifferenz wächst, wenn der Subtrahend schneller kleiner wird als der Minuend. Das ist ein Gleichnis dafür, daß ein Aggregat bei steigender Eigenwärme und verringertem Uratomengehalt eine größere Eigengeschwindigkeit erhält, was eigentlich auch paradox ist.

Bringt man solche Gruppen von Wanderern in Gruppenverbände, indem man Gruppen gegen Gruppen marschieren läßt, so wickelt man die Gruppengeschwindigkeiten abermals ein, und man erhält dadurch die weit kleineren translatorischen Geschwindigkeiten der nächst höheren Aggregationsstufe.

Es ist daher selbstverständlich, daß die Eigengeschwindigkeiten immer kleiner werden, je höher die Aggregationsstufen genommen werden. Es erfolgt nämlich eine Einwickelung der Einwickelungen.

Die eingewickelten Eigengeschwindigkeiten sind enorm groß. Selbst die Eigengeschwindigkeit eines Moleküles eines festen Körpers ist größer als jede experimentell darstellbare Geschwindigkeit eines Geschosses. Die Eigengeschwindigkeit eines festen Körpers könnte nie Null sein, wenn für diesen und für die Flüssigkeiten nicht etwas anderes hinzukäme.

Die Moleküle eines festen Körpers, sowie die eines ruhenden Tropfens haben nicht parallel geordnete Eigenrichtungen. Da diese Richtungen beim Tropfen nach dem Zentrum geordnet sind, und beim festen Körper ebensowohl nach dem Mittelpunkte

als auch anders geordnet und auch regellos zerworfen sein können, so kommt der Körper als Ganzes und der aufliegende Tropfen als Ganzes nicht vom Platze.

Flüssigkeiten und feste Körper sind eben keine Aggregate, sondern Aggregatenhäufungen oder Agglomerate. Sie haben nicht eine Eigengeschwindigkeit und eine Eigenrichtung, sondern viele individuell ungleiche Eigengeschwindigkeiten mit vielen Eigenrichtungen aus vielen Punkten des Systemes. Dadurch entsteht der Schein der Ruhe trotz der lebhaften Innenbewegung. Die Sinne sagen uns nur, daß dieser Körper da keine translatorische Eigengeschwindigkeit habe. Sie können uns aber nicht sagen, daß er keine zerworfenen Eigengeschwindigkeiten besitze, weil wir die feinen Aggregate, denen diese Eigengeschwindigkeiten zukommen, nicht sehen.

Der ruhende feste Körper gleicht nicht einer Menschenmenge, die schläft, sondern einer Menge, in der die einzelnen beliebig promenieren. Ordnen sich diese Menschen alle nach parallelen und identischen Richtungen, so marschieren sie, ohne in ihrer Bewegung mehr zu leisten als früher. Der Marsch ist ein entwickeltes Durcheinandergehen, und das Durcheinander ist ein eingewickelter und zerworfener Marsch.

Verfolgen wir die Grenzen der Geschwindigkeitsklassen auf den verschiedenen Baustufen der Materie, so finden wir, daß diese Grenzen um so enger werden, je höher die Baustufe ist.

Die Uratome hatten die weitesten Grenzen. Die kleinsten Uratome sind das Schnellste, was es gibt, weit über der Schnelligkeit der Fortpflanzung des Lichtes, und der „leere" Raum oder das größte aller Uratome, worin alle anderen beständig durchdringend enthalten sind, hat die Geschwindigkeit Null in ewiger Ruhe.

Vereinigen sich zwei sehr schnelle Uratome zu einem Aggregate erster Ordnung, so ist die translatorische Geschwindigkeit des Aggregates im besten Falle gleich aber nicht größer, verglichen mit der Eigengeschwindigkeit des langsameren Uratomes. Diese translatorische Geschwindigkeit kann nahezu Null sein, wenn die vereinigten Amere nahezu gleich sind. Waren die zwei Amere die schnellsten, so erfolgt durch die Einwicklung

ein Sturz von der höchsten Geschwindigkeit zur tiefsten. Die größte translatorische Geschwindigkeit eines Aggregates erster Ordnung aus zwei Ameren wird sich ergeben, wenn sich das schnellste vereinigungsfähige Uratom mit dem langsamsten verbindet, mit dem es eben noch vereinigungsfähig ist. Dann ist die Differenz der Beschleunigungen am größten. Die obere Grenze der Geschwindigkeitsklasse für Aggregate erster Ordnung liegt daher bedeutend tiefer als die obere Grenze für vereinigungsfähige aber noch nicht vereinigte Uratome.

Auch die untere Grenze wird über Null geschoben. Sowie es immer unwahrscheinlicher wird, daß sich Uratome stäbchenförmig ballen, je größer die Zahl der geballten Uratome wird, weil zwischen zwei Vereinigungen immer Drehungen stattgefunden haben, so wird es auch immer unwahrscheinlicher, daß sich nahezu gleich große Amere zu einem Aggregate erster Ordnung zusammenfinden, je größer die Amerenzahl des Aggregates wird. Je größer das Aggregat durch Wachstum wird, desto wahrscheinlicher wird es, daß die Geschwindigkeitsgegensätze zwischen den Ameren desselben Aggregates sehr groß werden, soweit es die Grenzen der Vereinigungsfähigkeit erlauben. Da also gesättigte Aggregate aus nahezu gleich großen und gesättigte Aggregate aus nahezu gleich kleinen Ameren infolge der Art des Wachstums überhaupt nicht entstehen, so werden die niedrigeren translatorischen Eigengeschwindigkeiten der Aggregate erster Ordnung an der Entstehung verhindert. Da also auch die untere Grenze der Geschwindigkeitsklasse nach oben gerückt wird, so werden beide Grenzen enger gezogen. Der Durchschnittswert der Klasse sinkt bedeutend, weil die obere Grenze tiefer herabrückt, als die untere Grenze hinaufgeschoben wird.

Größtmögliche Ungleichheit der Amere in den Aggregaten erster Ordnung vorausgesetzt, kann man dann sagen, die schnellsten Aggregate dieser Ordnung (die Lichtatome) bestünden aus den kleinsten Ameren, die langsamsten (die chemischen Prothyleinheiten) aus den größten Ameren. Man muß, um dies sagen zu können, das langsamste oder „führende“ Amer eines Aggregates der einen Geschwindigkeitsklasse mit dem langsamsten oder führenden Amere eines anderen Aggregates einer anderen

Geschwindigkeitsklasse vergleichen, und ebenso das schnellste der einen Vereinigung mit dem schnellsten der anderen.

Derselbe Gedankengang läßt sich auf die Entstehung der translatorischen Eigengeschwindigkeiten der Atomogene aus den translatorischen Geschwindigkeiten der Prothyleinheiten anwenden. Auch jetzt wird die obere Grenze, die für die schnellsten Prothyleinheiten im Prothylgase gezogen ist, stark abwärts geschoben, während die untere Grenze von Null aufwärts rückt. Die Grenzen werden enger gezogen. Die obere Grenze rückt stärker nach unten als die untere nach oben; daher sinkt auch der Durchschnittswert, um den herum die individuellen Geschwindigkeiten variieren. Das geht so fort bis zur siebenten oder letzten Aggregationsstufe.

Für jede Aggregationsstufe der chemischen Materie sind die zur selben Stufe gehörigen Individuen individuell ungleich schnell bei gleichen äußeren Bedingungen. Je höher die Aggregationsstufe ist, desto niedriger ist der Durchschnittswert der ungleichen Eigengeschwindigkeiten.

Innerhalb derselben Aggregationsstufe haben chemisch ungleiche Individuen denselben Durchschnitt der Eigengeschwindigkeiten.

43. Erteilung einer Geschwindigkeit von außen heißt nur Gleichrichtung eines Teiles der zerworfenen Eigengeschwindigkeiten.

In einem Aggregate seien mehrere Einheiten so angeordnet, daß a die führenden Einheiten und c die geführten bedeutet. Von den vier führenden Einheiten a

$$\begin{array}{ccc} & a_2 & \\ & b_2 & \\ & c_2 & \\ a_1\, b_1\, c_1 & & c_4\, b_4\, a_4 \\ & c_3 & \\ & b_3 & \\ & a_3 & \end{array}$$

sei nämlich jede führend gegenüber b und c des gleichen Index. Untereinander verglichen sei wiederum a_1 führend gegenüber a_2 bis a_4. Das letzte a_4 sei gegenüber allen anderen das ge-

führte, und mithin der Gegenpol zu a_1. Die ganze Gruppe wird nach links rücken. Diese Gruppe sei an eine andere geordnet, worin a_5 nach rechts führend sei:

$$\begin{array}{ccccccc} & & & a_2 & & & \\ & & & b_2 & & & \\ & & & c_2 & & & \\ a_1 & b_1 & c_1 & & c_4 & b_4 & a_4 \\ & & & c_3 & & & \\ & & & b_3 & & & \\ & & & a_3 & & & \end{array} \qquad\qquad \begin{array}{ccccccc} & & & a_6 & & & \\ & & & b_6 & & & \\ & & & c_6 & & & \\ a_8 & b_8 & c_8 & & c_5 & b_5 & a_5 \\ & & & c_7 & & & \\ & & & b_7 & & & \\ & & & a_7 & & & \end{array}$$

Das gesamte Gebilde wird mit einer weitaus kleineren Geschwindigkeit nach rechts oder nach links gehen, je nachdem a_1 oder a_5 zum führenden Elemente des Ganzen wird. Durch Kombination vieler Gruppen kann das Ganze zur völligen Ruhe gebracht werden.

Denken wir uns jetzt, durch eine geeignete Einwirkung von außen, durch eine geeignete Erschütterung, deren Möglichkeit zu untersuchen sein wird, werde die Gruppe $a_8 b_8 c_8 c_5 b_5 a_5$ um das Zentrum zwischen c_8 und c_5 so lange gedreht, bis a_5 neben a_4 zu stehen kommt, also um 180°.

Der Körper ist für die Sinnenfälligkeit derselbe geblieben, der er vor der Erschütterung war; physikalisch und chemisch beurteilt; dennoch ist er nicht mehr derselbe, was seine innere Struktur betrifft:

$$\begin{array}{ccccccc} & & & a_2 & & & \\ & & & b_2 & & & \\ & & & c_2 & & & \\ a_1 & b_1 & c_1 & & c_4 & b_4 & a_4 \\ & & & c_3 & & & \\ & & & b_3 & & & \\ & & & a_3 & & & \end{array} \qquad\qquad \begin{array}{ccccccc} & & & a_6 & & & \\ & & & b_6 & & & \\ & & & c_6 & & & \\ a_5 & b_5 & c_5 & & c_8 & b_8 & a_8 \\ & & & c_7 & & & \\ & & & b_7 & & & \\ & & & a_7 & & & \end{array}$$

Die Reihe a_6 bis a_7 ist eine Drehungsachse gewesen. Das ganze Gebilde a_5 bis a_8 und a_6 bis a_7 ist aus einer Gleichgewichtslage in eine andere ebensogut mögliche sozusagen eingeschnappt. Gleichgewicht ist hier bildlich gebraucht, und bedeutet eine relativ dauerhafte, aber nicht absolut stabile Anordnung infolge der Bannung des Elementes a_1 und a_8, be-

ziehungsweise a_1 und a_5. Ebenso finden Bannungen statt zwischen a_6 und einem benachbarten a, zwischen a_7 und einem benachbarten, wenn es sich um einen Körper handelt, der aus vielen Molekülen besteht.

Wären alle Körpermoleküle mathematisch genau gleich und gleich schnell, so hätte der Tausch und die Drehung der Individuen ohne Individualität nichts zu sagen. Nun gibt es aber nach der Grundannahme der hier konstruierten Hypothese keine zwei genau gleichen Körpermoleküle, und keine genau gleichen Aggregate irgendwelcher Ordnung. Es gibt nur Durchschnittswerte, Größenklassen und Geschwindigkeitsklassen.

Das gesamte Gebilde wird daher jetzt in a_1 sowie in a_5 nach links geführt. Es hat nicht mehr die Beschleunigungsdifferenzen von a_1 und a_5, sondern es geht mit der Geschwindigkeit des langsameren der beiden führenden a nach links.

Man kann allerdings sagen, dem Gebilde sei eine gewisse Geschwindigkeit nach dieser Richtung „erteilt" oder „gegeben" worden. Genau genommen wurde die Geschwindigkeit weder aus nichts erzeugt noch einem fremden Körper vorher abgenommen und diesem gegeben. Die Geschwindigkeit war schon als eine Einwicklung von zwei sich entgegenarbeitenden Geschwindigkeiten vorhanden; die „zerworfenen" Geschwindigkeitsrichtungen wurden nur geordnet oder die Geschwindigkeiten wurden „gleich gerichtet".

Werden sämtliche Körpermoleküle eines Körpers in diesem Sinne durch Drehung um eine ihrer Achsen gleich gerichtet, so „entwickelt" der Körper eine große translatorische Eigengeschwindigkeit; werden nur wenige Moleküle gedreht, so entwickelt er eine kleinere Geschwindigkeit, weil die Teile mit den zerworfenen Geschwindigkeiten passiv geschleppt werden.

Der Körper entwickelt die Eigengeschwindigkeit aber nicht aus sich selbsttätig, sondern er erfährt einen Eingriff in seine Struktur von außen. Durch die Strukturveränderung, die ihm erteilt wird, entwickelt er eine Geschwindigkeit, die ihm unmittelbar nicht erteilt werden kann, und die er aus sich selbst durch Ordnung der Richtungen auswickeln muß.

Die Einwicklung sowie die Auswicklung von Eigengeschwindigkeiten durch Strukturänderung (nicht durch Änderung der

Uratomenätherdichte) setzt voraus, daß die Körpermoleküle zwischen zwei oder mehr als zwei Anordnungen als physischen Gleichgewichtslagen sozusagen aus- und einschnappen können, wenn ein äußerer Zwang das Ausschnappen und Einschnappen besorgt.

Die Möglichkeit eines Körpermoleküles, zwischen etwa sechs Gleichgewichtslagen einschnappen zu können, möchte ich die Amphibolie der Anordnungstendenz der Körpermoleküle nennen.

Diejenige Anordnung der Körpermoleküle, aus der sich für den Körper die Entwickelung einer translatorischen Eigengeschwindigkeit ergiebt, möchte ich die bewegende Struktur oder Bewegungstruktur nennen.

Der Eingriff in die Struktur oder die Umlegung, beziehungsweise Drehung der Körpermoleküle um eine ihrer Achsen könnte man als Einprägung einer Bewegungsstruktur bezeichnen.

Eine einmal eingeprägte Bewegung oder Molekülrichtung kann nur wiederum von außen her zerworfen werden. Das heißt, ein Körper behält die ihm erteilte Geschwindigkeit in der erteilten Richtung so lange, bis sie ihm wieder von außen genommen wird.

Dieses Beharrungsvermögen oder Trägheitsgesetz ist eine Folge des Urstoßgesetzes. Es ist nicht notwendig, eine besondere Beharrungsenergie einzuführen.

44. Die Erzeugung der Schwere und des freien Falles.

In einem festen Körper, der auf einer Tischplatte liegt, gehen die Körpermoleküle periodisch auf und ab. Die Ruhelage ist kein toter Druck, sondern ein periodisches Klopfen der Körpermoleküle der Fläche des Körpers auf die Körpermoleküle der Tischplatte. Der Körper fällt nicht, weil jedes Molekül soweit nach aufwärts als nach abwärts geht. Die Orte der Molekülzusammenstöße werden nicht verschoben. Durch diese Molekülstöße wird keine Wärme erzeugt, weil sie nur Komplikationen von Urstößen sind, und im Urstoße nur die Richtungen getauscht werden und keine Bewegungsgröße in Wärme verwandelt werden kann.

Entziehen wir die feste Unterlage, so ist die Anfangs-

geschwindigkeit des freigegebenen Körpers Null. Der Körper schwebt im Anfangspunkte der Fallzeit im Raume.

Nun ist aber der Körper der Summe aller Absorptionen der Uratome durch die verschiedenen Aggregate der Erde ausgesetzt; ebenso der Summe der Radiationen der Bahnen aller emittierten und remittierten Uratome.

Nehmen wir zunächst ein endliches Zeitteilchen. In diesem wird es eine gewisse Summe gleichzeitiger Absorptionsphasen und eine andere Summe gleichzeitiger Emissionsphasen nebeneinander geben.

Greifen wir zunächst die Absorptionsphasen heraus. Durch alle diese entstehen dem Körper nur reine Verluste an Uratomstößen von der Erdseite her. Alles was von außen durch die Atmosphäre hindurch an die Absorptionsstellen der Erde herankommt, wird gefangen gehalten; ebenso alles, was im Begriffe wäre, aus dem Erdinnern herauszutreten.

Es bleibt also nur die Frage übrig, ob die darauf folgenden Emissionsphasen den Verlust kompensieren können. In der Emissionsphase haben wir die Uratome zu unterscheiden, die von der Erde remittiert werden und andere, die aus der Gefangenschaft emittiert werden. Scheiden wir zunächst beides.

Für jedes Uratom, das von der Erdoberfläche remittiert wird und den Körper trifft, läßt sich ein anderes aufzeigen, daß auf der Antipodenseite remittiert wird. Der Gewinn an Stoßzahlen wird durch den Verlust kompensiert. Hieraus entsteht also dem Körper zunächst kein Gewinn. Das bezieht sich aber nur auf die Stoßzahlen, nicht auf die Stoßrichtungen. Es ist ein Unterschied, ob zwei Uratome fast parallel zueinander von der Antipodenseite unaufgehalten zum Körper gekommen wären, oder ob sie von einer Stelle der nahen Erdoberfläche kommen. Im letzteren Falle kommen sie nicht fast parallel oder konvergent, weil ihre Bahnen durch die Radiation an der Erdoberfläche zerstreut werden. Die Radiation erfolgt nicht in den Radius der Erde hinein, sondern vom Zentrum des letzten Aggregates aus. Wir haben uns an jedem Punkte der Erdoberfläche einen breiten Strahlenkegel aufgesetzt zu denken, dessen Achse allerdings mit dem Radius der Erde zusammenfällt. Die Radiationen der Aggregate sind nach dem Zentrum der Erde orientiert. Wir

haben eine Radiationengruppierung etwa im Sinne der nebengezeichneten Figur, worin A das Zentrum (Figur 22) der Erde bedeutet und die Strahlenkegel für drei Punkte der Oberfläche angedeutet sind. Die Radiationen sind bis zur Tangente auf die Oberfläche möglich.

Ich will nicht sagen, daß dem Körper durch die Radiation der Bahnen Stöße verloren gingen. Was von dem einen Punkte der Erdoberfläche durch seitliche Remisson für den Körper verloren geht, kann ihm durch die seitliche Strahlung von seitlichen Punkten wieder eingebracht werden. Das betrifft aber nur die Stoßzahl, nicht die Stoßrichtung. Zwei schiefe Komponenten

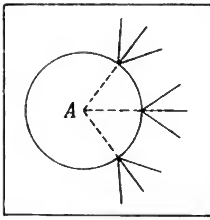


Fig. 22.

geben in der Resultierenden allerdings eine zentrifugale Resultierende. Diese Resultierende steht aber ebenso vielen Komponenten gegenüber, die von außen dem Körper zentripetal zur Erde zugeführt werden. Zwei nahezu parallele Zentrifugale gegen wiederum zwei nahezu parallele Zentripetale können sich bei sonstiger Gleichheit aufheben. Zwei schiefe Zentrifugale geben mit zwei nahezu parallelen Zentripetalen eine zentripetale Resultierende. Da die Bewegungsgrößen der Uratome und der Amere durchaus gleich geworden sind, so sind die richtungsbestimmenden Anteile aller Uratome mathematisch genau gleich. Ferner ist nirgends eine Gleichzeitigkeit der Stöße in Wirklichkeit gemeint, sondern nur eine Aufeinanderfolge der Wirkungen, wobei die eben gleichzeitig durchdringenden Uratome innerhalb eines Ameres genau gleichzeitig die Resultierende bestimmen, ohne genau gleichzeitig zum Stoße gekommen sein zu müssen.

Der Körper erfährt daher in der Summe der Remissionsphasen einer Zeit eine Richtungsänderung im Sinne des Stoßes nach der Erde.

Die Remissionsphasen sind zugleich Emissionsphasen. Ein Teil der emittierten Uratome wird von außen in die Erdoberfläche gedrungen sein, ein anderer Teil wird aus dem Erdinnern gekommen sein. Diese Anteile kompensieren sich nahezu, denn das Erdinnere ist zwar arm an Uratomen und daher heiß, aber es hat sich ein Gleichgewichtszustand der Eigenwärme der Erde hergestellt, so daß die Zahl der eintretenden Uratome gleich ist der der austretenden.

Ein Teil der Uratome wird in das Erdinnere zurückgeschickt, ein anderer Teil wird nach außen emittiert. Auch diese Anteile kompensieren sich. Würden sie es nicht tun, so würde die Eigenwärme der Erde auffallend rasch steigen oder sinken, bis die Kompensation erreicht ist.

Die aus dem Erdinnern herausdringenden Uratome werden ebenso hinsichtlich ihrer Bahnen radiiert wie die von der Erdoberfläche zurückgeworfenen. Dem Körper gehen daher auch aus der Gruppe der emittierten Uratome Stoßwirkungen verloren, so daß der schwebende und überallhin bewegungsbereite Körper nach der Erde gerichtet wird.

Die Überzahl der Uratomenstöße, die dem Körper die Richtung nach der Erde geben, „erteilen" dem Körper keine Geschwindigkeit. Dieser Körper ist ein System von Aggregaten, das seine Eigengeschwindigkeit unverlierbar aus sich selbst hervorbringt, und ebenso in seiner Struktur die Ursache seiner Eigenrichtung in sich selbst hat. Die Uratomenstöße können dem Körper keine Geschwindigkeit erteilen, sondern nur die dem Körper eigentümliche Geschwindigkeit richten. Auch das können die Uratome nicht unmittelbar. Sie sind nur im stande, das System zu drehen, und dadurch die Eigenrichtung des Systems zu lenken.

Wäre der fallende Körper ein Gasmolekül, so könnte man ihm die unterstützende Unterlage nicht entziehen, oder den aufhaltenden Faden nicht durchbrennen, weil er überhaupt nie zur Ruhe zu bringen gewesen wäre. Als ein Aggregat vierter Ordnung (Gasmolekül) hätte er einen führenden oder immer vorangerichteten Pol (ein ausgezeichnetes Atom) und einen geführten

oder immer zuletzt befindlichen Pol (ein entgegengesetzt ausgezeichnetes Atom). Hat dieses Molekül die Richtung tangential zur Erdoberfläche angenommen, so beharrt es in dieser Richtung so lange, bis die die Pole verbindende ideelle Achse von außen her in eine andere Richtung gestoßen und durch die Stöße gedreht wird.

Wäre also unser Körper nur ein Gasmolekül, so würde er sich nicht lange in einer beliebigen Richtung bewegen. Die Uratome sind durch den radiierenden Einfluß der Erde so verteilt, daß sie das System nur dann symmetrisch stoßen, wenn die Eigenrichtung in den verlängerten Erdradius eingestellt ist. Ein Kahn, der einem Strome überlassen ist, wird in die Richtung des Stromes gedreht. Hat aber ein steuer- und führerloses Dampfboot für einige Zeit in seiner Maschine eine Quelle der Eigengeschwindigkeit und der Eigenrichtung, so wird auch dieses Boot in einem Strome so lange gedreht werden, bis es die kleinste Angriffsfläche darbietet und bis es vom Strome symmetrisch gleich verteilt gedrängt wird. Dabei kommt für das Gasmolekül noch in Betracht, daß der führende Pol zugleich für die äußeren Einwirkungen ein exzentrischer Drehpunkt der Struktur des Gasmoleküles ist.

Wäre daher der fallbereite Körper nur ein Gasmolekül, so bestünde sein Fall einfach darin, daß er durch die asymmetrisch verteilten Uratomenstöße in seiner Eigenrichtung erdwärts gedreht wird. Die Asymmetrie kommt dadurch zu stande, daß die Zahl der Stöße gerade von der Erde her kleiner ist, als die Zahl der Stöße gerade zur Erde hin. Die von der Erde herkommenden Stöße sind durch die Radiation meistenteils schief gerichtet, während diese Vergrößerung der Zahl der schief gerichteten Stöße für die von außen an die Erde herankommenden Uratome entfällt. Daraus folgt, daß die Uratome in dem Ergebnisse vieler Stöße das Gasmolekül erdwärts weiter bringen. Die Eigenrichtungen des Gasmoleküles sind beliebig gebrochen. Es werden auch rückläufige Bewegungen vorkommen. Das Endergebnis hängt davon ab, ob in einer großen Zahl von Bewegungen eine gewisse Richtung bevorzugt wurde.

Die erdwärts gerichtete Bewegung eines Gasmoleküles wird durch das Zusammentreffen mit einem anderen Gasmoleküle

oder schließlich mit einem festen Körper an der Erdoberfläche wieder umgedreht. Die Gasmoleküle steigen empor, bis sie wieder durch ein anderes Gasmolekül oder durch die Uratome erdwärts gedreht werden. Auf der ersteren Ursache beruht die größere Dichte der Atmosphäre an der Erdoberfläche, auf der letzteren beruht die Fesselung unserer Atmosphäre an den festen Erdkörper.

Nun ist aber unser Körper kein Gasmolekül, sondern ein Aggregat siebenter Ordnung. Nehmen wir an, er bestünde aus nur zwei Aggregaten sechster Ordnung (feinste Staubteilchen). Jedes dieser Aggregate hat seine Eigenrichtung und seine Eigengeschwindigkeit. Jedes hat seinen eigenen führenden Pol, von dem die Eigenrichtung abhängt. Diese zwei Aggregate können nun in verschiedener Weise vereinigt sein. Etwa so wie ein Wagen, vor den ein Pferd gespannt ist, mit einem anderen Wagen in zweierlei Weise kombiniert sein kann. Ist das Pferd des zweiten Wagens hinter den ersten Wagen gespannt, so ziehen beide Pferde nach derselben Richtung. Sind aber die beiden Wagen aneinandergehängt, so ziehen die Pferde nach entgegengesetzten Richtungen.

Aus der Mechanik der Vereinigung der Gasmoleküle zu Aggregaten höherer Ordnung folgt nun allerdings, wie früher gezeigt wurde, daß sich die Moleküle vor der Vereinigung selbst orientieren, daß die führenden Pole immer im neuen Aggregate nach auswärts gekehrt sind, und daß das neue Aggregat nur mit der Differenz der nie genau gleichen Eigengeschwindigkeiten der Bestandteile weitergeht. Aus den vielen führenden Polen der Bestandteile wird ein einziger als führender Pol des neuen Aggregates zur Geltung kommen.

Nun ist es aber für die Entstehung eines festen Körpers charakteristisch, daß kleinere Aggregate massenhaft nahezu gleichzeitig zu einem höheren Aggregate, dem festen Körper, zusammentreten. Infolge der Massenhaftigkeit der Bestandteile kann sich kein neuer führender Pol entwickeln. Die Eigenrichtungen der zahlreichen Bestandteile sind nicht um ein Zentrum orientiert, sondern gruppenweise um viele Zentren kleinerer Gebiete. Die Eigenrichtungen der Bestandteile sind in Hinsicht auf den gesamten festen Körper zerworfen.

Sind die Eigenrichtungen in der Weise zerworfen, daß für das ganze Aggregat keine Bewegung vom Platze resultiert, so ist eben der feste Körper in Ruhe. Die Bestandteile sind allerdings lebhaft bewegt. Der Spielraum des Ganzen rückt aber nicht vom Platze. Ist die translatorische Geschwindigkeit eines Aggregates siebenter Ordnung Null, so kann man sagen, der Körper sei hinsichtlich seiner Selbstbewegungsfähigkeit unbelebt. Ergibt sich aber eine translatorische Eigengeschwindigkeit und eine translatorische Eigenrichtung, die von einer länger dauernden Struktur abhängt, so kann man sagen, dieser Körper sei hinsichtlich seiner Selbstbewegungsfähigkeit belebt. Solche in diesem Sinne belebte Körper sind niemals Aggregate rein siebenter Ordnung, sondern „Organisationen" aus Aggregaten siebenter, sechster und fünfter Ordnung (feste Teilchen, ölige und wässrige Flüssigkeitsteilchen). Sowie man einen Himmelskörper, der eine Lithosphäre und eine Atmosphäre unterscheiden läßt, nicht begrifflich unter eine einzige Aggregationsordnung bringen kann, so kann man auch nicht von einer Aggregationsstufe eines Organismus reden. Die Selbstbewegungen vom Platze resultieren immer aus vielen Selbstbewegungen der Organisationsteile am Platze. Die resultierenden Bewegungen reichen im Tierreiche höher hinauf als im Pflanzenreiche.

In den letzten Teilchen ist aber alles selbstbewegt mit Eigengeschwindigkeit und Eigenrichtung. Es fehlt nur die Selbststeuerung. Die Drehung oder Lenkung der Eigenrichtungen muß von außen erfolgen. Auch die Teilchen der festen und unbelebten Körper sind in diesem Sinne selbstbeweglich. Da sich aber diese Teilchen bei der Zusammenordnung zum Körper gegenseitig in ihren Eigenrichtungen so drehen und lenken, daß die Bannung des Spielraumes am Platze resultiert, so führt dieses Spiel innerhalb eines Raumes, der nicht vom Platze rücken kann, zum sinnenfälligen Eindrucke der Erstarrung in sich und der Ruhe im Verhältnisse zur Umgebung.

Die Uratome sollen also unseren festen ruhenden Körper, dem die stützende Unterlage entzogen wurde, erdwärts drehen. Der Körper hat die Anfangseigengeschwindigkeit Null, weil die Eigengeschwindigkeiten seiner Aggregate niederer Ordnung gegeneinander in den Richtungen zerworfen sind. Gelingt es

den Uratomen, ein solches Aggregat nächstniederer Ordnung erdwärts zu richten, so ist damit für die Fortbewegung des Ganzen oder für den freien Fall des gesamten Körpers nicht das mindeste geleistet. Indem das eine Aggregat erdwärts gedreht wird, muß ein anderes weggedreht werden, denn alle diese Aggregate sind untereinander zu einer bleibenden Ordnung vereinigt. Wenn zwei Wagen zusammengehängt und entgegengerichtet bespannt sind, so nützt es nichts, das der Fortbewegung hinderliche Pferd herumzuführen. Ebendadurch wird auch das andere Pferd herumgeführt und das Hindernis nicht behoben, sondern nur gewechselt.

Die Uratome werden erst dann eine Fortbewegung des festen Körpers leisten, wenn sie die Lagerung eines Aggregates sechster Ordnung oder eines „Körpermoleküles" zwischen seinen Nachbarn zu drehen vermocht haben.

Denken wir, ein solches Körpermolekül hätte zum Beispiel sechs Bestandteile oder Aggregate fünfter Ordnung in sich, die paarweise in drei aufeinander rechtwinkligen Achsen beweglich sind, wenn sie ihre Hinundhergänge machen. Das ganze Körpermolekül ist im Mittelpunkte des Achsensystemes drehbar. Wir können uns das Modell aus drei Nadeln konstruieren, die in einem Punkte aufeinander senkrecht stehen, und an jedem Ende ein Kügelchen tragen, das ein Aggregat fünfter Ordnung bedeuten soll. Verfertigen wir sieben solche Modelle. Eins stellen wir in der Mitte auf; eins rechts, eins links, eins oben, eins unten, eins vor und eins hinter dem mittleren Modelle. Jede Achse des mittleren Modelles findet also ihre Fortsetzung in einer der Achsen des Nachbarmodelles.

Das mittlere Modell werde so eingestellt, daß jedes seiner Kügelchen ein Kügelchen eines Nachbarmodelles nahezu berührt. Keine andere Anordnung sei eine mögliche bleibende Anordnung.

Das mittlere Modell kann nun durch eine äußere Einwirkung (asymmetrische Verteilung von Uratomenstößen) aus der einen Dauerlage in eine andere gedreht werden, wenn eine der Achsen gepackt und um 90° gedreht wird, wobei sich das gesamte Modell mitdreht, ohne seine eigene innere Anordnung zu verändern. Die Lage zu den Nachbarn wird eine wesentlich andere.

Jede beliebige Ausgangslage kann durch die Drehung einer von drei verschiedenen Achsen um 90° C. verändert werden. Aus der neuen Lage sind wiederum drei verschiedene Änderungen durch eine Drehung einer von drei Achsen um 90° C. möglich. Da jede Drehung nach zwei verschiedenen Seiten möglich ist, so ergeben sich für eine einzige Drehung sechs verschiedene neue gleich gut mögliche Lagenänderungen eines Körpermoleküles gegen die anderen. Die neue Lage kann abermals durch eine äußere Einwirkung gedreht werden. Ohne Störung von außen ist die neue Lage ebenso dauernd wie die vorhergegangene. Die Lagenänderungen können so lange fortgesetzt werden, bis die Anordnung der Körpermoleküle den äußeren Einflüssen angepaßt ist. Das heißt so lange, bis die Anordnung von außen nicht mehr gestört wird.

Ein Körpermolekül kann also durch asymmetrisch verteilte Uratomenstöße aus einer Anordnung so gedreht werden, daß es in eine andere aus sechs neuen Anordnungsmöglichkeiten sozusagen hineinschnappt.

Denken wir uns, es wäre den asymmetrisch verteilten Uratomenstößen gelungen, in der Zeit τ die Eigenrichtungen einer gewissen relativ kleinen Zahl von Körpermolekülen, die bisher nicht erdwärts gerichtet waren, erdwärts zu drehen. Wären alle Körpermoleküle unabhängig voneinander drehbar, so würden natürlich alle zugleich gedreht werden, und der gesamte Körper fiele mit großer Eigengeschwindigkeit schneller als das schnellste Geschoß, aber auch ohne nennenswerte Beschleunigung zur Erde.

Nun wird es aber den Uratomen nicht leicht gemacht, ein Körpermolekül innerhalb des Verbandes mit seinen Nachbarn zu drehen, weil eben der Verband entgegenwirkt. Die Körpermoleküle halten sich infolge ihrer Radiationen gegenseitig gebannt. Nur dadurch, daß jedes Körpermolekül eine Innenbewegung hat, und jedes Teilchen des Körpermoleküles nicht nur hin und her geht, sondern auch unregelmäßig geht, weil es von Uratomenstoß zu Uratomenstoß reguliert wird, und diese Stöße nicht mit der Regelmäßigkeit eines Uhrwerkes aufeinander folgen; nur dadurch werden günstige Situationen möglich, in denen das eine oder das andere Körpermolekül durch die asymmetrischen Stöße der Uratome erdwärts gedreht wird.

Am Ende der Zeit τ hat der gesamte feste Körper die verhältnismäßig noch kleine „entwickelte" translatorische Geschwindigkeit α. Die Eigenrichtungen der anderen Körpermoleküle sind noch so durcheinander zerworfen, daß sie die resultierende Geschwindigkeit des Körpers null geben. Wir haben daher in der Summe $0 + \alpha = \alpha$.

In der zweiten Zeit τ wird durchschnittlich die gleiche Zahl von Körpermolekülen hinsichtlich ihrer Eigenrichtungen erdwärts gedreht werden, ohne daß der Verband der Moleküle gesprengt würde. Da die ersten α Moleküle ungedreht beharren, denn sie sind den Uratomenstößen jetzt angepaßt, so ergibt sich die translatorische Geschwindigkeit des gesamten Körpers 2α am Ende des zweiten τ.

In jeder Zeit τ erhält der Gesamtkörper den Zuwachs α. Daher sind die aufeinander folgenden konstanten Geschwindigkeiten, die sich sprungweise ändern, für die aufeinander folgenden gleichen Zeiten τ: α, 2α, 3α, 4α ... Der Gesamtkörper wird also in einer Zeit 1, die sich aus n Zeiten τ zusammensetzt, den Weg $\alpha \cdot \tau + 2\alpha\tau + 3\alpha\tau + \ldots + n\alpha\tau$ zurückgelegt haben. Die Summe wird für eine beliebig große Zeit t wenn $n\tau = 1$ als Sekunde genommen wird, sein:

$$\alpha\tau + 2\alpha\tau + 3\alpha\tau + \ldots + n\alpha\tau + \ldots . + 2n\alpha\tau + \ldots t n\alpha\tau$$

oder:

$$s = \frac{\alpha\tau + n\alpha\tau \cdot t}{2} \cdot nt.$$

Die Größe $\alpha\tau$ ist endlich, wie auch α und τ, und auch hypothetisch rechenbar, aber geringfügig, so daß sie vernachlässigt werden darf. Es ergibt sich

$$s = \frac{n\alpha\tau \cdot t}{2} \cdot nt = \frac{n\alpha}{2} \cdot n\tau \cdot t^2 = \frac{gt^2}{2},$$

wenn $n\alpha$ die Endgeschwindigkeit am Ende der ersten Sekunde oder g bedeutet.

Die gleichen Leistungen innerhalb der gleichen Zeiten τ sind nur dann anzunehmen, wenn der Körper während des Falles seine Distanz vom Erdmittelpunkte nur geringfügig verändert hat.

Sobald alle Körpermoleküle in gleiche Eigenrichtungen ihrer Eigengeschwindigkeiten gedreht sind, sobald läßt sich der Körper

eine weitere Beschleunigung nicht mehr erteilen. Er ist im Maximum der translatorischen Eigengeschwindigkeit angelangt, die aus ihm überhaupt entwickelt werden kann.

Lichtatome, Elektrizitätsatome und chemische Aggregate erster bis sechster Ordnung sind immer im Maximum der von ihnen unter den gegebenen äußeren Verhältnissen erzeugbaren translatorischen Geschwindigkeit.

Die Atwoodsche Fallmaschine gestattet zu zeigen, daß einem fallenden Körper in dem Augenblicke, wo er dem freien Falle entzogen wird, ohne den Boden berührt zu haben, eine Geschwindigkeit „erteilt" wurde, die man ungezwungen als eine Umlegung seiner Struktur oder als eine Einprägung einer Struktur auffassen kann, wodurch nur seine eingewickelten Eigengeschwindigkeiten zur Entfaltung kommen, die durch die Zerwerfung vieler Richtungen aus vielen untergeordneten Zentren geschlummert haben oder besser gesagt wach waren, aber eingewickelt nicht zur Geltung kommen konnten.

Da die individuell ungleichen Eigengeschwindigkeiten der Körpermoleküle chemisch ungleicher Körper zwischen denselben Grenzen liegen und um denselben Durchschnittswert in derselben Weise verteilt sind, so fallen die chemisch ungleichen Körper gleich schnell.

Die Drehung eines großen Körpermoleküles ist für die Uratome nicht schwieriger als die Drehung eines kleinen. Den Körpermolekülen wird Bewegungsgröße weder gegeben noch genommen. Sie werden nur in ihren Richtungen verändert, indem sie aus einer Gleichgewichtslage in eine andere einschnappen. Zu dieser Drehung sind nur Uratomstöße erforderlich, durch die wiederum keine Bewegungsgröße verändert wird.

Größere Moleküle verlangen mehr Uratomenstöße. Sie erhalten sie auch, denn wo es Amere gibt, dort gibt es auch Uratome, die eindringen und durchdringen können. Hundert Regenschirme werden so naß wie ein einziger und in derselben Zeit. Regenschirme kann man wenigstens übereinander spannen; Amere aber schützen einander nicht, weil sie von den frei fliegenden Uratomen durchdrungen werden.

Der feste Körper hat also vor allen „Aggregaten" (Flüssigkeitstropfen sind bereits „Agglomerate") etwas voraus, und zwar die Fähigkeit, vermöge seiner Struktur eine Acceleration zu erfahren.

Die Schwere erscheint vom monenergetischen Standpunkte als eine Eigenschaft, die erst an den Aggregaten höchster Ordnung durch die Aggregation und nur für die Dauer derselben möglich wird. Die festen Körper erscheinen nicht als schwer (gravia), sondern als schwer gemacht oder gravifiziert (gravificata).

Die Agglomerate wie etwa ein Gasball aus molekularisierter Materie, zeigen die Erscheinungen der Schwere im Sinne der Richtung gegeneinander, aber nicht im Sinne einer Acceleration, die von einer vorhergegangenen Fallzeit abhängig wäre. Erst die Flüssigkeitstropfen als Agglomerate aus Aggregaten fünfter und sechster Ordnung kommen den festen Körpern in der Beschaffenheit des freien Falles sehr nahe.

Die Flüssigkeitsmoleküle sind allerdings nicht immer gegen dieselben Nachbarn gebannt. Ein Flüssigkeitsmolekül stößt mit dem nächsten zusammen, kehrt noch vor der eigentlichen Berührung um, stößt nach der anderen Richtung mit einem nächsten zusammen, und wandert so zwischen vielen in wiederholt gebrochenen Bahnen hin und her. Mitunter wird es auch gegen zwei benachbarte Moleküle zugleich gekehrt sein, und in einer mittleren Richtung umkehren. Mitunter wird es auch zwischen zwei Molekülen hindurchgehen. Das Flüssigkeitsmolekül wandert oder gleitet durch alle übrigen mit einer Geschwindigkeit hindurch, die verglichen mit der Eigengeschwindigkeit zwischen zwei Molekülstößen sehr klein ist. Durch die wiederholten Bahnbrechungen entsteht nämlich eine große Differenz zwischen der wirklich beschriebenen Bahn und dem geometrischen Abstande des Ortes, den das Molekül jetzt einnimmt von jenem Orte, den es vor einer Zeit t eingenommen hatte. Zwischen je zwei Molekülstößen wird die Eigenrichtung des Moleküles im Sinne des Molekülstoßes gedreht, so daß das Flüssigkeitsmolekül in beständiger und sehr oft in der Richtung wechselnder Drehung begriffen ist. Die durch die Erde radiierten Uratome beeinflussen nun diese Drehungen zwischen zwei Molekülstößen im positiv geotropischen Sinne, indem sie die erdwärts grichtete Komponente verstärken.

Vom Standpunkte der Fernwirkung haftet dem Begriffe der Beschleunigung durch die fortgesetzte Anziehung eine gewisse Schwierigkeit an. Der fallende Körper hat in jedem Punkte

seiner Bahn zunächst jene Geschwindigkeit, die dieser Entfernung vom Erdmittelpunkte zugeordnet ist. Daraus erklärt sich die ungleiche Endgeschwindigkeit am Ende der ersten Sekunden bei gleichen Körpern, die aus ungleichen Höhen zu fallen beginnen. Daraus ergäbe sich auch eine geringfügige Beschleunigung des Falles vor der Erreichung der Erdoberfläche. Gegen den Erdmittelpunkt zu würde eine Verzögerung eintreten, weil die bereits passierten Erdschichten den Körper zurückbestimmen würden, wenn er wie durch ein Rohr weiterfallen könnte.

Nun handelt es sich aber um eine weit größere Beschleunigung. Derselbe Körper soll denselben Ort, der immer gleich weit vom Erdmittelpunkte entfernt ist, mit ungleichen Geschwindigkeiten durchfallen, je nachdem er schon längere oder kürzere Zeit vorher aus einem höheren Orte zu fallen begonnen hatte. Monenergetisch kann man sich vorstellen, daß mit der Länge der Fallzeit die Zahl der erdwärts gedrehten Eigenrichtungen der Moleküle im Verhältnisse zu den für sich allein die Resultierende null ergebenden zerworfenen Richtungen wächst. Polyenergetisch ist man, wie es scheint, gezwungen, eine besondere Annahme zu machen. Zur Geschwindigkeit, die dem Orte des Körpers zugeordnet ist, den der Körper einnimmt, kommt noch jene Geschwindigkeit hinzu, die dem Orte zugeordnet war, den der Körper nicht mehr einnimmt, also einem Orte zugeordnet ist, wo sich der Körper nicht mehr befindet.

Der auf der Tischplatte ruhende feste Körper ist auch den asymmetrisch verteilten Uratomenstößen ausgesetzt, wenn seine Körpermoleküle nicht erdwärts oder aber von der Erde gerade weggewendet (negativ geotropisch) gedreht sind. Durch die Gegenstöße der Moleküle der Tischplatte kommt es zu jener Anordnung der Eigenrichtungen, deren Resultierende die Ruhelage des gesamten Körpers ist.

45. Gleichheit der Fallgeschwindigkeiten im luftleeren Raume.

Wenn alle Gasmoleküle ohne Unterschied der chemischen Konstitution und der Atomenzahl derselben Eigengeschwindigkeitsklasse angehören, so folgt daraus, daß auch alle Flüssigkeitsmoleküle als Aggregate der fünften und der sechsten Ord-

nung ohne Unterschied der chemischen Konstitution und ohne Unterschied der Atomogenenzahl in der Raumeinheit (Dichte) wiederum in andere Eigengeschwindigkeitsklassen gehören, und zwar alle Aggregate der fünften Ordnung in die eine, und alle Aggregate der sechsten Ordnung in die andere. Es folgt weiter daraus, daß alle Körpermoleküle als Aggregate der sechsten Ordnung ohne Unterschied der chemischen Konstitution und der Atomogenenzahl im Moleküle zur selben Eigengeschwindigkeitsklasse gehören. Ein Platinkörpermolekül wird daher so schnell gehen wie ein Aluminiumkörpermolekül.

Dasselbe, was für die Gase in der Form des Avogadroschen Gesetzes zur Geltung kommt, äußert sich auf höherer Aggregationsstufe in der gleichen Fallgeschwindigkeit chemisch ungleicher Körper.

Wenn eine Platinkugel fällt, so wächst die Zahl derjenigen Körpermoleküle, deren Eigenrichtungen gleich und positiv geotropisch gedreht worden sind. Ist der n^{te} Teil der Körpermoleküle in den Eigenrichtungen zur Resultierenden 0 zerworfen, und der Rest positiv geotropisch, so hat die Platinkugel eine gewisse Geschwindigkeit. Dieselbe Geschwindigkeit hat eine Aluminiumkugel, wenn auch hier der n^{te} Teil der Eigenrichtungen zerworfen und der Rest positiv geotropisch ist.

Nun freilich habe ich mitunter gehört, das Platin bedürfe einer größeren Zahl von Uratomenstößen als das Aluminium, weil es im gleichen Volumen eine größere Masse besitze. Daraus würde gewissermaßen folgen, daß das Platin mehr Uratomenstöße und daher auch mehr Zeit brauche als das Aluminium, um gegen die Erde gelenkt zu werden. Das macht mir immer den Eindruck, als ob jemand sagte, hundert Regenschirme bedürfen eines stärkeren Regens um ebenso naß zu werden wie ein einziger. Wo es Amere gibt, wird es auch Uratome geben und wo es keine Amere gibt, dort werden eben die Uratome nicht aufgefangen, nicht durchgelassen und überhaupt nicht zur Richtungsbestimmung ausgenützt.

Ich habe auch den Einwand vernommen, daß ein vertikal gestellter Platindraht langsamer fallen (auch leichter sein) müßte als ein horizontal gestellter, weil die kleine Oberfläche die Uratomenstöße abschirme. Hier wird offenbar übersehen, daß die

Uratome nach der Voraussetzung sämtliche Amere einholend durchdringen, und daher durch den ganzen Platindraht hindurchgehen ohne weniger zu werden. Die Körper werden daher nicht nur an der Oberfläche beeinflußt, sondern an jedem beliebigen Amere ihres Rauminhaltes.

Eine Platinkugel und eine gleich große Kugel aus Holundermark würden nur dann im luftleeren Raume ungleich schnell fallen, wenn sie nicht derselben Erde entgegenfielen. Theoretisch fällt nicht nur die Kugel zur Erde, sondern auch die Erde zur Kugel. Praktisch ist das belanglos. Hätten wir aber eine sehr kleine Erde und eine sehr große Platinkugel und überdies noch einen Standpunkt des Beobachters außerhalb der Erde, so würden wir finden, daß die Erde gegen eine Platinkugel aus gleicher Entfernung schneller fiele als gegen eine Holundermarkkugel. Hingegen fällt die Platinkugel gegen die Erde ebensoschnell wie die Kugel aus Holundermark, weil beide gegen etwas identisches Drittes fallen. Die Platinkugel fällt nicht durch die Radiation, die sie ausübt, sondern durch jene Radiation, die von der Erde herrührt und auf das Platin wirkt. Ebensowenig fällt die Kugel aus Holundermark durch jene Radiation, die von ihr selbst ausgeht. Wir haben es bei dem Falle zweier Körper gegeneinander mit der Summierung von zwei voneinander unabhängig entstehenden gewöhnlich ungleichen Wirkungen zu tun. Die sogenannten Wechselwirkungen der Schwere sind einseitige Hinstoßungen, die unabhängig voneinander auf beiden Seiten entstehen. Daraus folgt, das Körper ungleicher Amerenmasse einander ungleich schnell entgegenfallen. Ungleiche Amerenmassen, die aus gleichen Entfernungen einem Identischen entgegenfallen, fallen gleich schnell. Fällt aber ein Identisches aus gleichen Entfernungen zu verschiedenen Zeiten gegen ungleiche Amerenmassen, so fällt es ungleich schnell.

46. Bewegungserteilung durch einen Stoß zwischen festen Körpern. Undurchdringlichkeit der festen Körper.

Unsere Stoßgesetze für den Stoß zwischen Aggregaten sind unter einer Fiktion formuliert. Nimmt man die sich stoßenden Körper als Dinge, während sie doch nur Spielbezirke für un-

sichtbar kleine Aggregate sein dürften, so haben sie sinnenfällige Bewegungsgrößen, die sich durch Gewicht p, Beschleunigung g und Geschwindigkeit c messen und ausdrücken lassen.

Es klingt sehr exakt, daß in der Bewegungsgröße eines sichtbaren Körpers nichts Hypothetisches und nichts Metaphysisches enthalten sei. Es ist aber nur die Bewegungsgröße des sinnenfälligen Eindruckes ermittelt, und nicht die Bewegungsgrößen der wirklichen Dinge außerhalb der Erscheinung, denen wir nicht exakt beikommen können.

Der sinnenfällige Eindruck, der uns statt eines komplizierten Aggregatenspieles einen einzigen in sich ruhenden Körper vortäuscht, zeigt uns allerdings an diesem Körper eine variable Bewegungsgröße. Es erscheint Gewinn und Verlust dieser Größen für denselben Körper, und Übertragung von einem Körper auf den anderen. Ob das alles auch an den kleinsten Teilchen vor sich geht, das wissen wir nicht. Wir wissen nicht, ob die kleinsten Dinge, die Einheiten in den Aggregaten, überhaupt von ihrer Bewegungsgröße etwas hergeben oder einen Zuwachs anzunehmen fähig sind.

Unter der unbewußten Fiktion, die sinnenfälligen Dinge wären wirklich Dinge und nicht Aggregate, sind die Stoßformeln gefunden worden.

Denken wir uns nun, ein unelastischer Körper werde von einem schnelleren im zentralen Stoße eingeholt. Der unelastische Körper wird ein Aggregat siebenter Ordnung sein. Ein Teil seiner Eigengeschwindigkeiten und Eigenrichtungen wird gleich geordnet sein, und der größere Teil regellos zerworfen. Daraus resultiert eine translatorische Geschwindigkeit des gesamten Körpers. Im einholenden Körper wird das Verhältnis der Zahl der Körpermoleküle, deren Eigenrichtungen zu null zerworfen sind, zur Zahl derjenigen, die ein translatorisch positives Resultat ergeben, kleiner sein.

Nun mögen die Kugeln zusammentreffen und sich in einem einzigen Punkte berühren. Es kann hier unmittelbar zu einer echten Berührung zwischen Amer und Amer kommen, aber auch vorher zu einer Umdrehung der Körpermoleküle um eine ihrer Achsen und dann zu einer echten Amerenberührung. Die berührten Körpermoleküle können beide aus ihren Eigenrich-

tungen gedreht werden; vielleicht wird auch nur eine gedreht, vielleicht bleiben beide ungedreht, und der Stoß wird in das Innere der Kugel weitergegeben, bis irgendwo ein Molekül eine Drehung erfährt. Nicht die unmittelbare Berührung, sondern die größte Leichtigkeit der Drehung aus einer Anordnung in eine andere entscheidet.

Durch den Stoß entsteht nun eine Erschütterung, die das Verhältnis der zerworfenen Eigenrichtungen mit der Resultierenden gleich null zu den anderen Eigenrichtungen mit positiver Resultierender verändert.

Wird dieses Verhältnis durch den ersten Molekülstoß hinreichend verändert oder mehr als hinreichend, so bewegen sich die Kugeln auseinander. Wird das Verhältnis nicht hinreichend verändert, so muß der Molekülstoß wiederholt und so oft wiederholt werden, bis die translatorischen Geschwindigkeiten der Kugeln ausgeglichen sind.

Diese wiederholten Molekülstöße heißen nun die Partialstöße. Der Inbegriff aller Partialstöße ist der Gesamtstoß zwischen den Kugeln, und die Zeit zwischen dem ersten und letzten Partialstoße die Stoßzeit.

Nehmen wir an, die Kugeln seien von gleicher Konstitution und von ungleicher Größe. Die Erschütterung sei nicht so ausgiebig, daß die Kugeln nach dem ersten Molekülstoße sich auseinanderbewegen. Es komme daher zur Entwicklung von Partialstößen.

Wir wissen zunächst nicht, ob der erste Partialstoß ausgereicht habe, damit die eine Kugel in der anderen fünf oder zehn oder zwanzig Moleküle in ihren Eigenrichtungen gedreht habe. Da die Konstitution der Kugeln gleich ist, so wird dieser eine Molekülstoß in der einen Kugel durchschnittlich so viele Eigenrichtungen drehen wie in der anderen, da zunächst nur ein Molekül mit nur einem Moleküle zusammengetroffen war und von nur einem Moleküle der Stoß weitergegeben wurde.

Ist die eine Kugel bedeutend größer, so werden die vollzogenen Moleküldrehungen auf einen größeren Raum verteilt sein, oder die Wirkungen weniger tief in die Kugel eindringen, wenn man die Tiefe dieses Eindringens nicht absolut, sondern relativ zur Kugelgröße ausdrückt.

Das Größenverhältnis der Kugeln spielt für den ersten Partialstoß und für die folgenden keine Rolle. Ein Krug schöpft aus dem Meere nicht mehr Wasser als aus dem Bache. Für die zwei Kugeln sind alle Zuwüchse an Moleküldrehungen absolut genommen durchschnittlich gleich. Relativ zu den noch zu drehenden sind sie natürlich für ungleiche Kugeln ungleich. Ist der Zuwachs in jeder Kugel nach jedem Partialstoße n, so ist er nach dem r^{ten} Partialstoße vom ersten an addiert in jeder Kugel nr. Um das Verhältnis des Geschwindigkeitsgewinnes der eingeholten Kugel zum Geschwindigkeitsverluste der einholenden auszudrücken, genügt es, die neuen Geschwindigkeiten anzuschreiben. Die Geschwindigkeit selbst kann durch einen Bruch ausgedrückt werden, dessen Nenner die Zahl der überhaupt vorhandenen Körpermoleküle K der Kugel angibt, und dessen Zähler jene gleichgerichteten Körpermoleküle k zählt, die nach Abzug der zerworfen gerichteten Körpermoleküle, deren Resultierende Null ist, übrig bleiben. In der eingeholten Kugel ist der Geschwindigkeitsgewinn ausgedrückt durch Moleküldrehungen:

$$\frac{(k+nr)-k}{K}$$

In der einholenden ist der Geschwindigkeitsverlust:

$$\frac{k'-(k'-nr)}{K'}$$

Das Verhältnis der beiden Ausdrücke ergibt:

$$\frac{(k+nr)-k}{K} : \frac{k'-(k'-nr)}{K'} = \frac{K'}{K}.$$

Für $\frac{(k+nr)}{K}$ kann man die Geschwindigkeit v nach dem r^{ten} Partialstoße einsetzen, wobei v einen Weg des sichtbaren Körpers, durch eine Zeitlänge dividiert, bedeutet. Das Verhältnis der Molekülrichtungen ist zum Verhältnisse des Weges durch Zeit direkt proportioniert. Für $\frac{k}{K}$ kann man die translatorische Geschwindigkeit c der eingeholten Kugel vor dem ersten Partialstoße setzen; für $\frac{k'}{K'}$ die translatorische Geschwindigkeit c' der

einholenden Kugel vor dem ersten Partialstoße; für $\frac{(k'-nr)}{K'}$ die Geschwindigkeit v' der einholenden Kugel nach dem r^{ten} Partialstoße. Für K endlich läßt sich die Zahl der Atomogene aller Körpermoleküle und für die Atomogene die Amerenmasse m einsetzen; ebenso für K' die Amerenmasse m'. Amerenmasse bedeutet hier nicht $p:g$, sondern die Summe der Volumina der schwerlosen Amere, aus denen die Körpermoleküle bestehen. Da die Atomogenengrößen in allen Körpern zwischen identischen Grenzen um denselben Durchschnittswert herum verteilt sind, und ebenso die Amerengrößen und Amerenzahl aller Atomogene, so sind die Zahlen der Körpermoleküle bei gleicher Konstitution der Moleküle den Amerenmassen direkt proportioniert.

Wir erhalten dadurch:

$$\text{I)}\quad (v-c):(c'-v')=m':m.$$

Die Geschwindigkeiten werden sich in der Richtung von c nach v und von c' nach v' nach jedem Partialstoße so lange sprungweise verschieben, bis sie gleich geworden oder bis v geringfügig größer als v' geworden ist. Bezeichnen wir die gleich gewordenen $v=v'=V$ mit V, so ist die Geschwindigkeit im Augenblicke der Ausgleichung:

$$(V-c):(c'-V)=m':m$$

$$\text{II)}\quad V=\frac{mc+m'c'}{m+m'}$$

Aus der Annahme der Gleichheit der Wirkungen der Partialstöße auch bei Größenungleichheit der Kugeln ergab sich, daß die Geschwindigkeitsdifferenzen den Amerenmassen verkehrt proportioniert sind.

Vom polyenergetischen Standpunkte hat der Schluß die umgekehrte Richtung. Man geht davon aus, daß die Geschwindigkeitsdifferenzen den ponderativen Massen umgekehrt proportioniert sein müßten, und kommt dadurch zur Bestimmung der ausgeglichenen Geschwindigkeiten V.

Vom monenergetischen Standpunkte wird die Stoßformel für unelastische Kugeln gewonnen, ohne den Begriff der ponderativen Masse, den Begriff des Gewichtes p und den Begriff

der Beschleunigung g zu berühren. Es wird nur der Begriff der Amerenmasse eingeführt als die Summe der Volumina schwerloser Amere. Man kann aber auch diesen Begriff entbehren, denn er steht nur für die Zahl der Körpermoleküle K, aus denen eine Kugel besteht.

Die Formel für elastische Kugeln kann in folgender Weise gewonnen werden: Nach jedem Partialstoße wird eine gewisse Anzahl Moleküle n in der gestoßenen Kugel gleich gerichtet neu gedreht sein. Dieser Prozeß kann in sehr kurzer Zeit erledigt sein, und zwar bevor der nächste Partialstoß erfolgt. In diesem Falle sind die Kugeln unelastisch.

Die Moleküldrehung ist ein Prozeß, der in die Kugel hinein von Molekül zu Molekül verläuft, und eine längere Zeit andauern kann, je nach der Festigkeit der Kugel. Der Prozeß kann noch vom ersten Partialstoße her verlaufen, während vielleicht soeben der zehnte oder zwölfte Partialstoß beginnt.

Nehmen wir jetzt an, es wäre soeben durch einen r^{ten} Partialstoß die Ausgleichung der Geschwindigkeiten erreicht worden. Die Moleküldrehung wird noch eine Zeitlang in die Kugel verlaufen, und immer noch neue Zuwüchse an Moleküldrehungen liefern, während die Zuwüchse aus den Partialstößen bereits aufgehört haben. Ist je ein Intervall zwischen zwei Partialstößen $= \tau$, und dauert der Auslauf der Bewegung $n \cdot \tau$, während die Gesamtstoßzeit $= r\tau = t$ ist, so kann $n\tau$ kleiner, gleich und größer als t sein.

Nach dem letzten Partialstoße wird sich eine sozunennende Stoßnachwirkung einstellen (kein Rückstoß), nach Analogie der photochemischen Induktion und anderer Nachwirkungsprozesse.

Ist $n = 10$, so läuft nach dem letzten Partialstoße noch die Nachwirkung des neuntletzten Partialstoßes durch die Zeit τ, gleichzeitig die Nachwirkung des achtletzten Partialstoßes durch die Zeit 2τ, und endlich die letzte Nachwirkung durch die Zeit 10τ. Nach je einem τ ist je eine Nachwirkung zu Ende, und zuletzt ist nach 9τ nur mehr eine einzige übrig, die nach 10τ erlischt. Die gleichzeitig laufenden Nachwirkungen verstärken sich in ihrem Resultate.

In dieser Weise ist der gesamte Stoß von den Nachwirkungen der Partialstöße begleitet, und an den letzten Partialstoß schließt

sich noch eine Verlaufszeit an, die kleiner, gleich oder größer sein kann als die Stoßzeit.

Die Verlaufszeit wird niemals gleich Null sein. Es gibt keine absolut elastischen Körper. Sie kann aber so klein sein, daß sie vernachlässigt werden darf. Je länger die Verlaufszeit wird, desto mehr nehmen die Kugel die Beschaffenheit der Elastizität an.

Dadurch wird es möglich, daß der Geschwindigkeitsgewinn, beziehungsweise der Geschwindigkeitsverlust anderthalbmal oder ein und dreiviertelmal so groß wird als er wäre, wenn die Verlaufszeit $n\tau$ gleich dem Intervalle τ zwischen zwei Stößen oder noch kleiner wäre, also wenn n gleich oder kleiner als 1 wäre.

Um die Geschwindigkeiten mehr oder weniger elastischer Kugeln nach der Beendigung der letzten Stoßverläufe zu finden, genügt die Formel für unelastische Körper, die vorhin gebracht wurde:

$$(v - c):(c' - v') = m':m.$$

Die Geschwindigkeiten werden sich in der Richtung von c nach v und von c' nach v' über die Gleichheit $v = v' = V$ hinaus verändern können.

Ist z. B. der Geschwindigkeitsgewinn der eingeholten Kugel anderthalbmal so groß, als er es nach einem unelastischen Stoße gewesen wäre, so ist $v = \frac{3}{2}(V - c) + c = \frac{3}{2} V - \frac{1}{2} c$.

Der Wert V ist aus II. bekannt, mithin auch

$$v = \frac{3}{2} \cdot \frac{mc + m'c'}{m + m'} - \frac{1}{2} \cdot c = \frac{3\,m'c' + 2\,mc - m'c}{2\,(m + m')}$$

Diesem Werte ist ein v' der einholenden Kugel zugeordnet, das aus der Proportion

$$\text{I.} \quad (v - c):(c' - v') = m':m$$

bestimmt wird, nachdem der Wert für v eingesetzt worden ist. Allgemein gilt aus I.

$$\text{III.} \quad v' = \frac{mc + m'c' - mv}{m'}$$

Daraus folgt für das zugeordnete v' in diesem Falle:

$$v' = \frac{3\,mc + 2\,m'c' - mc'}{2\,(m + m')}$$

Nun kann man die elastischen Kugeln nach dem Vielfachen der Geschwindigkeit einteilen, bezogen auf die Wirkung des unelastischen Stoßes als Einheit. Zwischen dem Einfachen und dem Doppelten liegen die Grade der Elastizität. Was über das Doppelte hinausgeht, bedarf einer besonderen Erläuterung.

Unter allen Werten, die man einsetzen kann, ist der zweifache Wert interessant. Setzen wir den Zuwachs zu c doppelt so groß als er bei einem unelastischen Stoße gewesen wäre, also

$$v = 2(V - c) + c = 2V - c = \frac{(m - m')c + 2m'c'}{m + m'}$$

Der zugeordnete Wert v' für die einholende Kugel ergibt sich analog dem früheren Beispiele:

$$v' = \frac{(m' - m)c' + 2mc}{m + m'}$$

Der Fall ist deshalb interessant, weil zwei Kugeln von diesem Grade der Elastizität beim Stoß aus entgegengesetzten Richtungen die Summe der lebendigen Kräfte vor und nach dem Stoße nicht verändern. Darin liegt eine gewisse ästhetische Befriedigung und außerdem die Beruhigung, daß von der Summe der kinetischen Energie durch den elastischen Stoß nichts verloren geht. Dieser Grad der Elastizität scheint die Grenze zu sein. Darüber hinaus darf es eine Elastizität nicht mehr geben, weil sonst die Summe der Werte der lebendigen Kräfte durch den Stoß einen Zuwachs erhielte. Da aber solche Zuwüchse vorkommen, so muß man sie „Auslösung von Spannungszuständen durch einen Stoß“ nennen.

Vom monenergetischen Standpunkte unterliegt es keiner Schwierigkeit, diese Körper „überelastisch“ zu nennen, und nach derselben Formel I. unelastische, elastische und überelastische Körper zu behandeln, indem man beliebig das Einfache, Zweifache und auch das mehr als Zweifache des Geschwindigkeitszuwachses des eingeholten Körpers nimmt und die zugeordnete Geschwindigkeit des einholenden bestimmt.

Die Grenze der Überelastizität ist natürlich die Gleichrichtung aller „führenden“ Molekülpole oder das Maximum der erreichbaren translatorischen Eigengeschwindigkeit.

Die Überelastizität spielt in der Physik der unbelebten Körper keine Rolle, eine um so größere in der Physiologie.

Sind die Moleküldrehungen sehr ungleichmäßig verteilt, indem die Gleichrichtungen in einzelnen Körperpartien gehäuft sind, so zerspringt der Körper beim Stoße. Solche Gruppierungen sind auch schon vorbereitet, indem es nur eines kleinen Zuwachses bedarf, um den Körper zerspringen zu lassen.

Die Moleküldrehungen können auch die unmerklichen gewöhnlichen Erschütterungen aller Gegenstände erfolgen lassen und sich sehr langsam addieren, bis die Körper von selbst in Staub zerfallen.

Im Stoße der festen Körper oder der Aggregate siebenter Ordnung wird die Undurchdringlichkeit sinnenfällig, aber nur die Undurchdringlichkeit der festen Körper. Infolge der Passivität der menschlichen Phantasie werden die niederen Aggregate, sowie die letzten Teilchen auch als undurchdringlich behandelt, weil die sichtbaren Körper undurchdringlich gesehen und empfunden werden. Es schmeichelt dem menschlichen Wunsche nach Exaktheit, sich dabei auf die Erfahrung berufen zu dürfen. Eigentlich steckt dahinter eine Ohnmacht der Phantasie und ein Bedürfnis nach Ruhe. Wenn das logische Bedürfnis nach Exaktheit wirklich so lebhaft wäre, so würde das Bedenken vor allem auftauchen, ob man die Eigenschaften der höheren Aggregationsstufe auf die niedere unbesehen hinabnehmen darf. Der Vogel fliegt, also fliegt auch jede einzelne Feder und schließlich jedes „Vogelmolekül“. Erfahrungswissen darf nur auf jenes Gebiet angewendet werden, auf dem es gefunden wurde. Jede Übertragung auf ein anderes Gebiet, insbesondere auf eine niedere Baustufe, ist nicht exakt induktiv, sondern die bequemste Art der Spekulation.

Wir halten noch immer dort, wo die „Erfüllung eines Rauminhaltes durch eine unbekannte Qualität x“ mit „Undurchdringlichkeit“ als Wechselbegriffe behandelt werden. Ursprünglich war die Materie immer zugleich als ausgedehnt, undurchdringlich und schwer vorgestellt. Diese Eigenschaften schienen so untrennbar vereinigt, daß man gar nicht nachdachte, ob sie getrennt werden könnten. Undurchdringlich Ausgedehntes und Schweres waren Wechselbegriffe. Wir sind allmählich daran

gewöhnt worden, mit kleinsten schwerlosen Teilchen zu operieren, und die Schwere erst durch die Aggregation und das Bewegungsspiel der schwerlosen Teilchen entstehen zu lassen; natürlich entsteht die Schwere nicht als eine Eigenschaft der letzten Teilchen, das wäre ein unsinniges Spiel mit Namen, sondern nur als eine Bewegungstatsache für Aggregate und für die Dauer der Aggregation. Vielfach wird die Entstehung der Schwere (Gravifikation) statt einer den Körpern immanenten Schwere (Gravität) noch immer skeptisch aufgefaßt und als ein müßiges Spiel bewertet. Es wird aber die Zeit kommen, weil das im Zuge der Geschichte der Begriffe liegt, wo man auch Ausdehnung und Undurchdringlichkeit nicht mehr als Wechselbegriffe behandeln wird; wo man nicht nur mit schwerlosen, sondern auch mit durchdringlichen materiellen Teilchen operieren wird.

Vielleicht kommt einst ein gelehrter Historiker der Philosophie, der die Motive konstruiert, aus denen heraus wir die ausgedehnten letzten Teilchen der Materie für undurchdringlich gehalten hätten, während wir dafür keine Motive besitzen, sondern einfach nur nicht darüber nachdenken; das Problem einfach nicht sehen.

Das Nichtsehen der Probleme spielt überhaupt in der Geschichte der Begriffe eine große Rolle. Wir haben einen ähnlichen Fall in der Pneumalehre der Stoïker. Die Stoïker konnten sich einfach psychische Betätigung ohne ein ausgedehntes Pneuma nicht vorstellen. Hier war zur Abwechslung das Pneuma imstande, den materiellen Körper zu durchdringen. Die Psyche oder die Seele war keine unausgedehnte Substanz, sondern nur ein Name für die psychischen Funktionen des Pneumas, die in verschiedenen Punkten des Pneumas erfolgen konnten. Herrschend, überlegend, denkend, regulierend konnten die Funktionen natürlich nur in einem zentralen Bezirke des Pneumas sein, wo die verschiedenen Funktionen durch Zuleitung der pneumatischen Vorgänge in Wechselwirkung treten konnten. Daher gab es für die Stoïker nicht nur einen Empfindungsinhalt, sondern auch bei Gelegenheit der Empfindung des äußeren Dinges eine Empfindung der entodermatischen Affektion des Pneumas. Das Pneuma war sozusagen ein Stoff, den man zu spüren vermeinte. Die Stoïker und überhaupt die antike Philosophie steht durchwegs

auf dem Standpunkte des „Es in mir“ und nennt das „Ich“. Dabei bedeutet „mir“ nur das, was innerhalb der körperlichen Hülle vor sich geht. Eben weil die Griechen kein Problem sahen, eben weil sie darüber nicht nachdachten, konnten sie „ich“ sagen und „es in mir“ meinen.

So schwierig es uns Modernen wird, die Naivetät der älteren Philosophen wiederherzustellen, die in ihren Wechselbegriffen und in ihrem Kein-Problem-sehen besteht, so schwierig wird es vielleicht einst den Epigonen werden, sich in den Gedanken hineinzufinden, daß bei uns Ausdehnung eines mit x erfüllten Raumteiles und Undurchdringlichkeit Wechselbegriffe waren, über deren Echtheit einfach nicht nachgedacht wurde.

Die Undurchdringlichkeit der festen Körper beim Stoße ist für den monenergetischen Standpunkt keine neue und besondere Undurchdringlichkeitsenergie oder Widerstandsenergie, sondern nur eine durch Aggregation erworbene Eigenschaft der siebenten Aggregationsstufe, die bereits unsichtbar der ersten bis sechsten Stufe zukommt, den Uratomen und den Ameren aber fehlt.

Die Körper durchdringen sich nur deshalb nicht, weil sie infolge ihrer Struktur niemals in jene Lage des Urstoßes kommen, wo sie sich durchdringen müßten. Könnten wir einen Körper in langsamere parallel laufende Amere auflösen, alle kleinen freifliegenden Uratome beseitigen, und einen anderen Körper aus schnelleren parallellaufenden Ameren nachsenden, so würde der einholende Körper den eingeholten durchdringen, und zwar überall dort, wo ein langsameres Amer einem schnelleren im Wege ist. Der einholende würde dem eingeholten ohne Änderung der Richtung und der Eigengeschwindigkeit wie ein Nichts durchdringen.

Es folgt aber auch nur, daß chemische Aggregate gegen chemische Aggregate in allen Aggregationsstufen undurchdringlich sind. Hingegen kann ein Atom der Strahlungsmaterie, ein sogenanntes Lichtätheratom, oder aktinisches Atom in die Binnenräume eines chemischen Moleküls mit Leichtigkeit eindringen, dort sogar in der Phase der Kontraktion gefangengehalten und dann wieder freigegeben werden.

47. Wägbarkeit der Materie.

Unterscheiden wir zunächst die Wägbarkeit des Gewichtes von der Wägbarkeit des Gasdruckes.

Wägbar im Sinne der Gewichtswägung ist alles, was fallen kann. Alles Wägen beruht schließlich darauf, daß der freie Fall einer Portion Materie durch den freien Fall einer anderen Portion wechselseitig verhindert werden kann.

Eine Wage, die mit festen Körpern ungleicher Amerenmasse belastet ist, kann man als ein System so gut wie aggregierter Körpermoleküle behandeln, das durch die Unterstützung in nur einer Drehachse den freien Fall einleitet, aber die Vollendung des Falles infolge der Einrichtung der Wage unterbricht. Die Atwoodsche Fallmaschine unterbricht die Beschleunigung und läßt die Endgeschwindigkeit bestehen. Die Wage unterbricht auch noch die Endgeschwindigkeit.

Befinden sich auf den Wagschalen Flüssigkeiten in Gefäßen, so verhalten sich die Amere der Flüssigkeit so, als wären sie Amere eines festen Körpers. Die erstarrte Flüssigkeit ist nicht schwerer geworden.

Ist eine Wage mit festen Körpern oder mit Flüssigkeiten gleicher Amerenmassen belastet, so ist die Wage nur für die Sinnenfälligkeit im Gleichgewichte und in der Ruhe. In Wirklichkeit wird sie beständig unsichtbar feine Schwankungen um die Gleichgewichtslage ausführen, da die Uratomenstöße unmöglich mathematisch gleich auf beide Wagschalen verteilt bleiben. Es wird auch hier der freie Fall eingeleitet und unterbrochen. Es wird abwechselnd der freie Fall der einen Last durch den freien Fall der anderen aufgehalten.

Sind die Körper oder aber die Flüssigkeiten auf den Wagschalen von chemisch gleicher Konstitution und ungleicher Amerenmasse, so ist es selbstverständlich, daß die größere Anzahl der erdwärts gerichteten Moleküle auf der einen Seite ist, und daß auf dieser Seite der freie Fall eingeleitet wird.

Sind die Körper oder aber die Flüssigkeiten auf den Wagschalen von chemisch ungleicher Konstitution und gleicher Amerenmasse, so wird eine kleine Zahl amerenreicher Moleküle dasselbe leisten, wie eine große Zahl amerenarmer. Da ferner

die hypothetische Voraussetzung gemacht wurde, daß die Verschiedenheit der chemischen Konstitution keine Unterschiede der durchschnittlichen Eigengeschwindigkeiten innerhalb derselben Aggregationsordnung mit sich führe, so wird die Zahl der Molekülstöße auf die Wagschalen ungleich verteilt sein, wenn chemisch ungleiche Körper aufgelegt werden. Dasselbe gilt im Verhältnisse von Flüssigkeit gegen Flüssigkeit. Die Ungleichheit der Molekülstöße wird noch größer, wenn eine Flüssigkeit gegen einen Körper gewogen wird. Jeder erdwärts gerichtete Molekülstoß innerhalb des zu wägenden Körpers pflanzt sich auf die Wagschale fort. Die Größe der Fläche, mit der der Körper aufliegt, ist dabei gleichgültig. Je kleiner diese Fläche ist, desto konzentrierter werden die Stöße sein.

Das amerenreiche Molekül muß also auf das amerenarme eine größere Wirkung ausüben, als auf ein anderes von gleicher Amerenmasse. Andrerseits gestattet die Hypothese keine Vermehrung und keine Verminderung der Eigengeschwindigkeit der Moleküle anzunehmen. Die Ungleichheit der Wirkungen kann nur in der Ungleichheit der Drehungen liegen.

Treffen sich zwei Moleküle gleicher Amerenmasse, so werden sie sich vor einer eigentlichen Berührung, die nicht stattfindet, durch eine Drehung in sich oder durch eine sogenannte Umlegung ihrer Struktur in jene Eigenrichtungen bringen, in denen sie sich voneinander entfernen.

Haben sich beide gleich schnell in gerade entgegengesetzte Richtungen gedreht, so verlassen sie einander gerade entgegengesetzt. Die Drehungen erfolgen gleich schnell, wenn die Amerenmassen gleich sind und gleiche Konstitutionen gegeben sind.

Begegnet aber ein Molekül von großer Amerenmasse einem anderen von kleiner Amerenmasse, so werden die Drehungsgeschwindigkeiten dem Verhältnisse der Radiationen und daher auch dem Verhältnisse der Amerenmassen umgekehrt proportioniert sein. Das Molekül kleinerer Amerenmasse wird schneller gedreht werden. Das Molekül großer Amerenmasse wird von dem Moleküle kleiner Amerenmasse verlassen werden, bevor noch das Molekül großer Masse in die gerade entgegengesetzte Richtung gedreht worden war. Da nun mit der Entfernung des Moleküles der kleineren Masse der äußere Zwang

zur Drehung aufhört, so wird die Drehung nicht weiter fortgesetzt. Aggregate ungleicher Masse kehren nach dem Stoße in schief entgegengesetzten Richtungen um.

Wenn daher ein Molekül großer Amerenmasse durch ein Molekül kleiner Amerenmasse von der anderen Wagschale her positiv oder negativ geotropisch gerichtet werden soll, so muß es wiederholt gestoßen werden. Der einzelne Stoß bewirkt nur eine Annäherung an diese Richtung, wenn der Anfangswinkel relativ groß war. Erst aus der Summierung vieler Drehungen ergibt sich das Resultat. Es ist dabei nicht gemeint, daß dasselbe Molekül des einen Systemes warten muß, bis es von den wiederholten fortgepflanzten Stößen eines bestimmten anderen Moleküles des anderen Systemes getroffen worden ist. Jeder Stoß eines Moleküles kleiner Amerenmasse schickt seine Komponente für eine geotropische Orientierung in das andere System hinüber, und diese Komponenten gehen nicht verloren, wo auch immer sie sich zu einer vollständig geotropischen Drehung eines Moleküles großer Amerenmasse vereinigen mögen. Andrerseits reicht ein einziger Stoß eines Moleküles großer Amerenmasse hin, um im anderen Systeme mehrere Moleküle kleiner Amerenmasse zu einer vollständigen geotropischen Drehung zu bringen.

Durch die Wage wird daher eigentlich die unsichtbare Amerenmasse der zu wägenden festen Körper und Flüssigkeiten relativ bestimmt.

Da nach der Voraussetzung der Hypothese die Amerenmasse (Summe der Volumina der Amere) der Atomogene zwar individuell ungleich, aber durchschnittlich ganz unabhängig von der chemischen Konstitution gleich ist, so wird durch die Wage auch die Atomogenenzahl der festen Körper und der Flüssigkeiten relativ bestimmt.

Eine andere Art, das Gewicht zu wägen, beruht auf dem Auftriebe. Ein Stein, der am Boden eines mit Flüssigkeit gefüllten Gefäßes liegt, verhindert die darüber stehende Flüssigkeit am freien Falle. Wird der Stein in die Flüssigkeit versenkt, so treibt er die Flüssigkeit in jene Lage zurück, die sie vor dem Falle eingenommen hatte, denn auch die Flüssigkeit ist bei der Füllung des Gefäßes durch die Luft gefallen, wobei die Luft durch die Flüssigkeit verdrängt wurde. Ein lösliches Stück

Kochsalz kann das Wasser nicht dauernd verdrängen. Ebenso kann ein Quantum Öl durch ein Quantum Wasser am freien Falle verhindert werden, nicht aber eine Flüssigkeit durch eine andere, die mit ihr mischbar ist. Öl und Wasser gehören nach den Voraussetzungen der Hypothese verschiedenen Aggregationsordnungen an. Diese Art, die Gewichtsungleichheit zu bestimmen, ist also nur zwischen Aggregationen ungleicher Ordnung möglich, falls sich diese Ordnungen weder durchdringen noch stören.

Man kann eine spezifisch schwere Flüssigkeit in einen Ballon einschließen und in eine spezifisch leichte Flüssigkeit versenken. Ebenso kann man ein spezifisch leichtes Gas oder aber eine verdünnte Gasmenge der gleichen Konstitution in einen Ballon einschließen und in der Atmosphäre aufsteigen lassen. Dann wird man diese Art der Wägung durch Auftrieb ermöglichen, weil man die Durchdringung oder Mischung der Agglomerate verhindert.

Auch hier verhindert ein Quantum Materie das andere am freien Falle, und das verhindernde heißt das schwerere. Die Verhinderung wird hier wie bei der Hebelwage durch einen Überschuß der Amerenmasse und durch einen Überschuß der Atomogenenzahl erfolgen, der sich im Molekülstoße geltend macht. Die Zahl der Moleküle, auf die die Amerenmasse und die Atomogenenzahl verteilt sind, ist dabei ganz gleichgültig. Die Atomogene wirken durchschnittlich gleich stark, weil überall dort, wo Atomogene sind, auch Uratomenstöße erhalten werden. Die durchdringlichen Amere der Atomogene sind füreinander keine abschirmenden Verlustquellen. Die Moleküle einer großen Amerenmasse oder einer großen Atomogenenzahl drehen die kleineren Moleküle schneller und werden selbst langsamer gedreht. Die kleinere Molekülzahl wird daher durch die größere Amerenmasse kompensiert.

Haben wir ein kleines Gasquantum in einem Ballon eingeschlossen, so wird diese durch einen äußeren Zwang geformte Gaskugel ebenso zur Erde fallen, wie eine große Gaskugel sich der Erde nähern würde, wenn sie im freien Weltraume durch eine hinreichend große Molekülzahl ohne äußeren Zwang zu einer Gaskugel zusammengehalten worden wäre und später in die Nachbarschaft der Erde geraten wäre.

Gaskugeln werden wesentlich anders gegeneinander und gegen feste Kugeln fallen als feste Körper. Da die Gaskugeln als „Agglomerate“ keine dauernde Anordnung der Gasmoleküle zu einem „Aggregate“ höherer Ordnung besitzen, so fehlt die Möglichkeit einer Vielzahl und einer Zerwerfung der Eigenrichtungen. Jedes Gasmolekül hat seine einzige ungebannte Eigenrichtung. Mit der Zerwerfung fehlt auch die Möglichkeit einer nach und nach erfolgenden Gleichrichtung der vielen Eigenrichtungen. Mit der nach und nach erfolgenden Gleichrichtung fehlt auch die Möglichkeit einer Acceleration im Sinne von $s = \frac{gt^2}{2}$. Zwei Gaskugeln werden einander auch mit wachsender Schnelligkeit entgegenfallen, ebenso eine Gaskugel gegen eine feste Kugel, weil die Radiationen mit der Verringerung der Entfernung wirksamer werden. Diese Beschleunigung ist aber viel geringer als bei festen Kugeln, und nur vom Orte, nicht auch von der Ungleichheit der Fallzeiten vor der Erreichung desselben Ortes abhängig.

Nun handelt es sich aber beim Auftriebe überhaupt nicht darum, wie schnell die Gaskugeln fallen, sondern ob sie überhaupt fallen. Kompensieren wir das Gewicht des Ballons irgendwie, so wird der Fall der Gaskugel innerhalb der Atmosphäre lediglich davon abhängen, ob die Amerenmasse dieser Gaskugel in der Raumeinheit gleich sei der Amerenmasse der umgebenden Atmosphäre in der Raumeinheit oder nicht.

Die eingeschlossene Gaskugel kann so behandelt werden, als ob sie von außen in die Atmosphäre der Erde hineingefallen wäre und nun so tief sinken würde, bis ihr Fall durch die Erde selbst oder durch eine dichte atmosphärische Schichte aufgehalten werden wird. Die Atmosphäre unserer Erde ist selbst eine Gaskugel, deren Mitte durch die Lithosphäre und das Erdinnere verdrängt ist. Diese Gaskugel formt sich selbst durch die Radiationswirkung der Erde und durch die Radiationswirkung aller übrigen Gasmoleküle auf das einzelne Gasmolekül in eine stetig veränderte Schichtung der Dichte. Die eingesunkene Gaskugel muß also so lange sinken, bis sie in die gleiche Dichte der Umgebung gekommen ist. Die Molekülstöße der Atmosphäre wirken auf die Ballonwand und durch diese auf die eingeschlossenen Gas-

moleküle. Diese wirken auf demselben Wege zurück auf die Gasmoleküle der Atmosphäre. Das eingeschlossene Gas wird durch die Uratome so gut geotropisch gerichtet, wie die Gasmoleküle der Umgebung. Die größere Amerenmasse entscheidet, welcher der beiden Geotropismen sich durchsetzt.

Durch den Auftrieb wird dasselbe bestimmt wie durch die Hebelwage, nämlich die Gleichheit oder Ungleichheit der Amerenmasse oder aber der Atomogenenzahl ohne Rücksicht auf die Molekülzahl und die Aggregationsordnung.

Die Wägbarkeit des Gasdruckes ist von der Wägbarkeit des Gewichtes begrifflich verschieden.

Ein Quecksilberbarometer ist sozusagen eine quecksilberne Wage für Gasmolekülstöße. Alle Quecksilbermoleküle, die in der Quecksilbersäule das Niveau des kleineren Schenkels überragen, müssen durch Gasmolekülstöße emporgeklopft worden sein. Da die Eigengeschwindigkeiten der Moleküle durch den Stoß nicht verändert werden, so besteht dieses Emporklopfen der Quecksilbermoleküle nur in der negativ geotropischen Drehung der Eigenrichtungen.

Die Zahl der emporgeklopften Quecksilbermoleküle wird offenbar kleiner sein als die Zahl der Gasmoleküle, die auf die Quecksilberfläche des anderen Schenkels der quecksilbernen Wage stoßen.

Ein Gasmolekül, das auf die Quecksilberoberfläche aus der Atmosphäre herabfliegt, wird im sogenannten Stoße mit einem Quecksilbermolekül zur vollständigen Umkehr bestimmt werden und das Quecksilbermolekül verlassen, bevor noch das Quecksilbermolekül vollständig positiv geotropisch gedreht worden ist. Das Quecksilbermolekül wird durch diesen einen Stoß viel langsamer gedreht worden sein als das Gasmolekül, und daher aus seiner anfänglichen Eigenrichtung nur um einen kleinen Winkel in die positiv geotropische Richtung gelenkt worden sein. Die Wirkung des Gasmoleküles ist deshalb viel kleiner, weil das Gasmolekül in jedem seiner Atome weniger Atomogene und weniger Amerenmasse enthält, als das Molekül des Quecksilbers hätte, wenn das Quecksilber in der Form eines molekularisierten Dampfes gegeben wäre. Nun ist aber das Flüssigkeitsmolekül des Quecksilbers von höherer Ordnung; es ist nach der Hypo-

these ein Aggregat sechster Ordnung, während die Luftmoleküle nur Aggregate vierter Ordnung sind. Das Quecksilber-Flüssigkeitsmolekül ist daher ein Vielfaches eines Vielfachen eines zweiatomigen Moleküles.

Das Quecksilber-Flüssigkeitsmolekül muß daher oft von je einem Gasmolekül getroffen worden sein, bevor es vollkommen einmal in die positiv geotropische Richtung gedreht worden ist. Ein einzelner Stoß wird das Quecksilber-Flüssigkeitsmolekül nur um einen kleinen Winkel ablenken. Diese Wirkung wird durch das gesamte Quecksilber weiter gegeben, und auf der anderen Oberfläche wird eine geringfügige Komponente zur Emportreibung eines Quecksilbermoleküles vorhanden sein. Es ist nicht notwendig, daß immer dieselben Quecksilbermoleküle der Oberfläche getroffen werden. Es genügt, daß die Komponenten als Partialstöße und Partialdrehungen in die Flüssigkeit weitergegeben werden und sich an der anderen Oberfläche zu resultierenden vollständig geotropischen Drehungen vereinigen.

Das Barometer mißt daher die Zahl der Gasmolekülstöße in der Zeiteinheit auf die Raumeinheit der Quecksilberoberfläche, oder den Druck der Atmosphäre.

Da nun die Quecksilbersäule im Sinne der Gewichtswägung wägbar ist, so kann die Wirkung des Gasdruckes der Wirkung eines lastenden Gewichtes gleichgesetzt und dadurch gemessen werden.

Es beruht daher auch die Wägung des Gasdruckes auf einer relativen Bestimmung der Amerenmasse. Zwischen dem Gasdrucke und dem Gewichte einer Luftsäule über der quecksilbernen Wage besteht ein gesetzmäßiger Zusammenhang. Man darf allerdings nicht sagen, das Gewicht der Luftsäule laste auf der quecksilbernen Wage wie ein hoher Zylinder auf der Schale der Hebelwage. Das Gewicht des festen Zylinders ist gleich der Summe der Gewichte der Scheiben, aus denen er gebaut ist. Hingegen kommen die Gasmoleküle, die quer durch die Luftsäule fliegen, nicht unmittelbar beim Gasdruck auf die Quecksilberfläche zur Geltung, weil sie das Quecksilber nicht treffen. Ebenso würde der Gasdruck nicht verändert werden, wenn einige Meter oberhalb des Quecksilbers ein hoher luftleerer Hohlzylinder aufgestellt werden könnte.

Die Wägbarkeit ist daher theoretisch überall dort vorhanden, wo es eine Amerenmasse gibt. Da sich die freifliegenden Uratome von den aggregierten Ameren nur durch die Aggregation unterscheiden, so gibt es theoretisch nirgends eine imponderable Materie.

Mit der Imponderabilität verhält es sich ähnlich wie mit der Unteilbarkeit der Uratome und der Aggregate niederer Ordnung. Alles ist teilbar, aber die Bedingungen der Teilung sind in diesen und jenen Fällen nicht erfüllbar.

Aus der wägenden relativen Bestimmung der Amerenmasse (Summe der Volumina der Amere) ergibt sich der Begriff der „ponderativen“ oder der „accelerativen“ Masse, und zwar als der Quotient $p:g$. Dieser Quotient kann so genannt werden, weil zum Verständnisse dieses Massenbegriffes die Tatsache des Gewichtes und der Beschleunigung im freien Falle erforderlich ist.

Hingegen ist der Begriff der Amerenmasse (quantitas materiae) einfacher und ursprünglicher. Er ist auf das konstante Volumen einer Erfüllung eines Raumteiles durch eine Qualität x anwendbar. Die Gewinnung dieses Begriffes setzt keine der Materie innewohnende Schwere voraus, daher auch keine Anziehung aus der Ferne und keine Fähigkeit der Beschleunigungserteilung aus der Ferne.

Andererseits kann der Begriff der ponderativen oder accelerativen Masse hypothesenfrei aus der Sinnenfälligkeit gewonnen werden, während der Begriff der Amerenmasse oder der quantitas materiae nur in einer hypothetisch konstruierenden Philosophie der Materie Unterkunft findet.

V. Kreisläufe in den Bewegungserteilungen.

48. Rotation um eine Achse und Revolution um einen Zentralkörper.

Ein kleiner fester Körper oder ein kleines Aggregat siebenter Ordnung hat seine vielen Eigengeschwindigkeiten in vielen Punkten derart gegeneinander in den Richtungen verworfen, daß er für den sinnenfälligen Eindruck ruht. Er kommt erst dadurch zu einer translatorischen Geschwindigkeit, daß ihm eine Bewegung von außen erteilt wird. Diese Erteilung ist nur die von außen erfolgende Gleichrichtung einer gewissen Zahl seiner Eigenrichtungen und Eigengeschwindigkeiten. Es wird ihm nicht buchstäblich etwas Fremdes erteilt, sondern es wird nur die in ihm vorhandene Innenbewegung durch Gleichrichtung translatorisch geformt, ohne daß in irgend einem seiner Amere die Bewegungsgröße vermehrt oder vermindert würde.

Diese erteilten Gleichordnungen sind eigentlich bestimmt gerichtete Molekülanordnungen, und zwar je eine bestimmte aus mehreren gleich haltbaren Anordnungen von Aggregaten sechster Ordnung, beziehungsweise auch fünfter Ordnung. Es werden sozusagen Bewegungsstrukturen eingeprägt, die den Körper so lange in der erteilten Geschwindigkeit und Richtung erhalten, bis die Bewegungsstrukturen durch die Berührung mit anderen Aggregaten wieder in die andere Anordnung zurückgeworfen werden. Es entsteht dadurch für die Sinne der Eindruck eines Beharrungsvermögens. In Wirklichkeit wird dem Körper nichts gegeben und nichts genommen, was er beharrlich festhalten müßte, bis der Zwang da ist, es abzugeben. In Wirklichkeit besteht nur eine Amphibolie der Anordnungsmöglichkeit,

oder ein Hineinschnappen aus einer Struktur in eine andere ebenso haltbare durch einen Richtungswechsel.

Es gibt aber auch Fälle, wo ein Aggregat siebenter Ordnung die ihm „erteilte“ Bewegung in einem Kreislaufe festhält, der nur durch eine Störung von außen unterbrochen werden kann, und daher für sich selbst genommen ein ewiger, sich selbst regulierender Kreislauf genannt werden kann.

Die feste Rinde unseres Planeten ist ein riesenhaft großes Aggregat siebenter Ordnung, dem zwei ewige Bewegungen erteilt sind: die Rotation um die eigene Achse und die Revolution um die Sonne.

Die Sonne radiiert die Bahnen aller Uratome, die an ihr umkehren und jener, die sie durchdrungen haben. Die Erde ist im Banne der Radiation der Sonne. Sie erhält an der der Sonne abgewendeten Seite eine größere Anzahl von Uratomenstößen. Sie würde in die Sonne frei fallen müssen, wenn nicht gleichzeitig eine andere Bewegung stattfände. Diese andere Bewegung ist die translatorische Eigenbewegung und translatorische Eigenrichtung der Sonne, die von allen Planeten gleichsinnig mitgemacht wird. Die Entdeckung dieser translatorischen Geschwindigkeit wurde bekanntlich schon von Bradley durch die Anlegung eines Fixsternkataloges 1755 vorbereitet. Die Anwendung der spektroskopischen Methode gestattete im folgenden Jahrhunderte auch die Messung der Entfernung in die Tiefe oder der Annäherung aus der Tiefe, während die Verschiebung der Sternörter in langen Zeiten die seitlichen Komponenten geliefert hatte.

Die Erde macht daher zwei Bewegungen zugleich: den Fall in die Sonne und die translatorische Eigenbewegung, die allen Teilen des Sonnensystemes gemeinsam und gleich gerichtet ist.

Beginnen wir in jenem Orte der Erdbahn, wo die Erde quer zur Richtung der translatorischen Bewegung der Sonne fallen und dabei gleichzeitig parallel mit der Sonne, und gleich gerichtet mit ihr laufen soll. Entfällt die Radiation der Sonne, so läuft der Planet ohne Rotation und ohne Revolution parallel mit der Sonne nach einem Zentralkörper höherer Ordnung. Entfällt aber diese Bewegung des gesamten Sonnensystemes nach einem Zentralkörper höherer Ordnung, und radiiert die Sonne die Bahnen

der Uratome, so fällt die Erde in die Sonne, während die Sonne weitaus langsamer der Erde entgegenfällt.

Finden beide Bewegungen zugleich statt, so wird die Erde während des Falles in den fernen Zentralkörper höherer Ordnung ihre Bewegung durch das System der von der Sonne radiierten Bahnen der Uratome zu machen haben. Auf die Erde treffen zum Teile Uratome auf, deren Bahnen nicht durch die Sonne geordnet sind, und die um die Erde herum so gut wie gleichmäßig verteilt sind. Außerdem treffen Uratome ein, die von dem fernen Zentralkörper orientiert sind. Wäre die Sonne nicht da, so würde dieses System von Stößen die Erde dem fernen Zentralkörper entgegentreiben, dabei aber die Erde symmetrisch um die Fallbahn herum treffen, so daß die Erde während des Falles nicht in Rotation kommt. Nun haben wir drittens ein System von Uratomen, deren Bahnen durch die Sonne radiiert sind. Die Dichte dieses Systemes nimmt mit dem Quadrate der Entfernung von der Sonne ab. Dieses System von Stößen ist auf der Sonnenseite der Erde im Punkte *a* dichter als auf der Schattenseite im Punkte *b*. Jeder Stoß aus diesem Systeme von Stößen unterbricht für kurze Zeit die ungeschwächte Wirkung jenes anderen Systemes, das die Erde nach dem fernen Zentralkörper höherer Ordnung treibt. Dieses System wirkt daher ähnlich wie bei undurchdringlichen Ätheratomen eine ungleich verteilte Ätherdichte als ein ungleich verteilter Bewegungswiderstand wirken würde. Der freie Fall in den fernen Zentralkörper wird durch die Beimischung anderer Stoßrichtungen abgeschwächt, und zwar in *a* mehr abgeschwächt als in *b*. Es ist allerdings im Sinne der Hypothese wahr, daß die Schattenseite der Erde in derselben Zeit mehr Uratomenstöße empfängt als die Sonnenseite. Das sind aber jene Stöße, die die Erde in die Sonne treiben. Da wir von einer Konstellation ausgehen, wo die Erde, die Sonne und die Sonne nächst höherer Ordnung nicht in einer Geraden liegen, vielmehr diese Stöße quer zur Richtung in die Zentralsonne erfolgen, so ergibt sich aus dieser Stoßrichtung nach der Sonne allein und ebensowenig aus dem Falle in den Zentralkörper allein noch keine Rotation der Erde.

Wohl aber wird die Rotation dadurch eintreten müssen, daß sich zwei Radiationssysteme schneiden. Der Stoß nach der Zen-

tralsonne findet im Punkte *a* mehr Gegenbestimmungen durch den Stoß nach der Sonne als im Punkte *b*, während der Stoß nach der Zentralsonne in den Punkten *a* und *b* so gut wie gleich stark ist.

Der Punkt *a* (Figur 23) wird daher in der Geschwindigkeit des Falles in die Zentralsonne hinter dem Punkte *b* zurückbleiben. Wären *a* und *b* nicht fest verbunden, und käme der Fall gegen *S* nicht in Betracht, so würden *a* und *b* parallel zueinander in der Richtung der Pfeile nach der fernen Sonne höherer Ordnung fallen. Während des Falles würde *a* hinter *b* zurückbleiben, wodurch eine Deformation des Ganzen entstünde. Nun sind aber *a* und *b* in einer Lithosphäre fest verbunden. Die Ge-

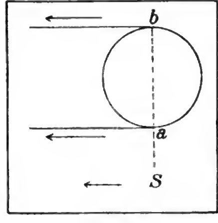



Fig. 23.

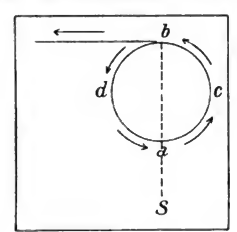


Fig. 24.

schwindigkeit in *b* ist in der Richtung der Tangente größer als die Geschwindigkeit in *a*. Die Differenz der Geschwindigkeiten wird sich in eine Rotation des fallenden Körpers in der Richtung der Pfeile (Figur 24) verwandeln.

Diese Rotation entspricht der Drehung der Erde um ihre Achse und im allgemeinen jeder Drehung eines Körpers um seine Achse, der um einen Zentralkörper herum eine Revolutionsbahn beschreibt.

Die Revolutionsbahn selbst kann die Richtung von *c* nach *d* oder aber die Richtung von *d* nach *c* nehmen (Fig. 24 und 25). Um diese Richtung zu finden, muß man eine Vorfrage erledigt haben.

Es entsteht nämlich die Frage, ob *S* und der rotierende Körper gleich oder ungleich schnell in eine Sonne höherer Ord-

nung fallen. Wenn beide Systeme Lithosphären haben, dann werden sie auch als zwei starre Körper im luftleeren Raume gleich schnell gegen einen größeren dritten fallen.

Sind aber beide Systeme Gasbälle, so kann man nicht wissen, ob sie sich im luftleeren Raume ebenso verhalten werden wie starre Körper. Eine Gaskugel fällt im luftleeren Raume nach einem anderen Gesetze gegen einen fernen Körper als eine starre Lithosphäre. Die Geschwindigkeit einer fallenden Gaskugel ist variabel, aber in einem anderen Sinne als die eines starren Systemes. Die Geschwindigkeit der Gaskugel ist von dem Orte, nicht aber von der vorausgegangenen Fallzeit abhängig. Der starre Körper ist in seinem Umrisse starr, nicht aber in seiner inneren Struktur. Während des Falles steigt die Zahl der Aggregate sechster Ordnung, deren Eigenrichtung in die Fallrichtung gedreht ist. Dadurch erfährt die Geschwindigkeit den Zuwachs oder die Beschleunigung. Der Gasball enthält keine Aggregate sechster Ordnung. Die Aggregate vierter Ordnung (die Gasmoleküle) sind innerhalb des Agglomerates (d. h. der Gaskugel) so leicht beweglich, daß keine Struktur und mithin auch kein Zuwachs zu den gleichgerichteten Geschwindigkeiten eingeprägt werden kann. Es läßt sich nur annehmen, daß Gaskugeln derselben Aggregationsstufe (molekularisiertes Gasgemenge) im leeren Raume aus verschiedenen Richtungen und aus gleichen Entfernungen gleich schnell gegen eine dritte größere Gaskugel fallen werden.

Ist daher S ein Gasball, während der rotierende und die Revolution beschreibende Körper eine Lithosphäre besitzt, so werden S und dieser Körper ungleich schnell in eine Zentralsonne fallen.

In dieser Hinsicht werden zwei Fälle der Zentralbewegung zu unterscheiden sein: S und der um S herumgehende Körper fallen gleich schnell gegen ein S höherer Ordnung; S und eben dieser Körper fallen ungleich schnell.

Fällt S langsamer als sein Planet, und ist die Geschwindigkeit in a noch immer größer als die Geschwindigkeit des S, so fällt der Planet in der Richtung nach der Zentralsonne seiner eigenen Sonne voraus. Es entsteht gleichzeitig mit der Rotation eine Revolution in der Richtung von c nach d (Figur 25).

Fällt aber *S* gleichschnell mit seinem Planeten, soweit die Einwirkung des *S* nicht in Betracht kommt, so bewirkt die Radiation, die von *S* ausgeht, eine Verzögerung des Punktes *a* gegenüber *b*. Der Planet kommt also in Rotation in der Richtung der Pfeile (Figur 25); er bleibt dabei hinter *S* zurück. Es entsteht eine Revolutionsbahn in der Richtung von *d* nach *c*, weil eben *S* parallel zu *c* nach *d* vorwärts geht.

Die Richtung der Revolutionsbahn ist daher vom Unterschiede der Aggregationsstufe der Körper abhängig. Die Möglichkeit, die Revolutionen nach zwei entgegengesetzten Richtungen aus den Voraussetzungen abzuleiten, enthält einen Vorteil gegenüber der Kantischen Hypothese.

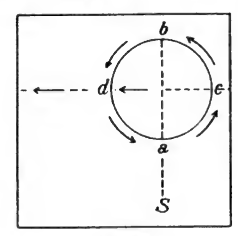


Fig. 25.

Gleichzeitig mit der Rotation und aus derselben Ursache heraus entsteht sowohl beim Vorausfallen wie beim Zurückbleiben eine translatorische geradlinige Bewegung. Diese Bewegung gibt die tangentiale Komponente einer Revolutionsbahn, wozu die Gravifikation durch *S* die zentripetale Komponente hinzufügt.

Die Geschwindigkeit der Rotation wird bei gleicher Dichte (Amerenzahl in der Volumseinheit) und bei gleichem Baue (Lithosphären, Hydrosphären, Atmosphären, Lage des Massenmittelpunktes im Verhältnisse zum geometrischen Mittelpunkte, Gaskugeln ohne Lithosphäre, verschiedene Aggregationsstufe der Gaskugeln u. s. w.) von der Dichtendifferenz des Uratomenäthers für die Punkte *a* und *b* abhängen, daher von der Größe und Beschaffenheit des nächsten radiierenden Zentralkörpers und von der Distanz zwischen *a* und *b*.

Die Rotationsgeschwindigkeit wird sich daher mit der Entferntheit vom Zentralkörper ändern.

Die Revolutionsgeschwindigkeit hängt hinsichtlich der tangentialen Komponente von der Dichte der durch die Sonne radiierten Bahnen der Uratome ab, die den freien Fall in die Zentralsonne beziehungsweise die Revolution um die Zentralsonne für die Erde in ungleichmäßiger Verteilung zu verzögern vermögen, so daß die Erde in Rotation versetzt und dadurch die tangentiale Komponente der Revolutionsbahn mit der Annäherung an die Sonne vergrößert wird. Die zentripetale Komponente wird mit der Annäherung an die Sonne gleichfalls, und zwar so verstärkt, daß die Revolutionsgeschwindigkeit mit der Annäherung an den Zentralkörper zunimmt.

Denken wir uns, die Erde wäre durch eine äußere Einwirkung in Rotationsruhe versetzt worden, und gleichzeitig würde ihr eine Stellung gegeben sein, worin sie parallel mit der Sonne ihre Richtung gegen die Zentralsonne nimmt, beziehungsweise konzentrisch um die Zentralsonne ihre Bahn beschreibt. Unter den gegebenen Radiationsverhältnissen müßte die Erde sofort in eine Rotation um ihre Achse und gleichzeitig aus derselben Ursache in eine Revolution um die Sonne geraten. Die Geschwindigkeiten dieser Bewegungen müßten so lange zunehmen, bis sie jene Größe erreicht hätten, die den Größen der Himmelskörper, ihrem Baue, ihrer Masse und der Dichtendifferenz des Uratomenäthers angemessen ist. Die Erde würde also nur so lange gegen die Sonne stürzen, bis die angemessene Rotations- und Revolutionsgeschwindigkeit wieder hergestellt ist. Die Erde erzeugt in der tangentialen Revolutionskomponente sich selbst einen Schutz gegen den Sturz in die Sonne.

Würde hingegen der Erde von außen eine größere Rotationsgeschwindigkeit erteilt worden sein, als es dem Dichtenunterschiede des Uratomenäthers entspricht, so würde die Geschwindigkeit sofort zur angemessenen Größe zu sinken beginnen. Desgleichen würde eine von außen erteilte Vergrößerung der tangentialen Komponente der Revolutionsbahn so lange sinken, bis die dem Uratomenäther angemessene Geschwindigkeit erreicht ist. Bis dahin würde sich die Erde von der Sonne entfernen.

Weder die Rotations-, noch die Revolutionsgeschwindigkeit der Erde ist eine geborgte Größe. Sie sind den Verhältnissen angemessen groß und stetig aufs neue durch die Radiation der Bahnen der Uratome erzeugt.

Dieser Mechanismus gilt im Verhältnisse des Mondes zum Planeten, im Verhältnisse des Planeten zur Sonne und im Verhältnisse der Sonne zu einer Sonne höherer Ordnung.

Die Erde wird in zwei Punkten ihrer Bahn quer durch das Radiationssystem der Sonne gehen und dort die tangentiale Komponente der Revolution am kräftigsten als Schutz gegen den Fall in die Sonne entwickeln. In gewissen zwei anderen Punkten ihrer Bahn könnte sie diesen Schutz nicht entwickeln, wenn einer dieser zwei Punkte der Anfangspunkt der Bewegung wäre. Das sind die zwei Punkte, wo die Erde mit der Sonne und dem fernen Zentralkörper höherer Ordnung in einer Geraden liegt. In dem einen Falle befindet sich die Erde zwischen der Sonne und der Zentralsonne, in dem anderen befindet sich die Sonne zwischen der Erde und der Zentralsonne. In beiden Fällen bewegt sich die Sonne und die Erde, wenn noch keine Rotation und keine Revolution erzeugt wäre, in gleicher Richtung nach dem Zentralkörper höherer Ordnung. Bestünde zwischen Sonne und Erde keine Gravifikation, so würden beide Körper mit sehr langsam veränderter Geschwindigkeit nach dem Zentralkörper fallen, da die Differenz der Entfernungen relativ nicht groß ist. Durch die wechselseitige Gravifikation wird in beiden Fällen ein Zusammensturz der Körper bewirkt.

Nun ist aber keiner dieser zwei gefährlichen Punkte der Erdbahn der Anfangspunkt der Erzeugung der Revolution. Die Erde kommt an diese Punkte immer schon im Zustande der Rotation und der Revolution seitlich heran, so daß die tangentiale Komponente der Revolutionsbahn immer quer durch das Radiationssystem der Sonne geht. Die einmal erzeugte Rotation bleibt erhalten, weil sie auf einer dem Molekülverbande der Lithosphäre eingeprägten bewegenden Struktur beruht, die erst in der Zeit wieder umgelegt werden kann. Die Vorstellung der bewegungsrichtenden Molekularstruktur ist dieselbe, die bei der Konstruktion des freien Falles und des Stoßes sichtbarer Aggregate entwickelt wurde. Für rotierende und revolvierende Gas-

kugeln läßt sich eine andere Vorstellung mit ähnlichen Konsequenzen gewinnen.

Die tangentiale Komponente der Revolutionsbahn kommt daher einmal während einer Revolution in ein Maximum, und einmal in ein Minimum. Maximum und Minimum liegen einander gegenüber. Die Revolutionsbahnen können daher keine vollkommenen Kreise sein. Sie werden von der Kreisform mehr oder weniger in der Richtung nach einer Ellipse abweichen.

Das Maximum der tangentialen Komponente wird sich dort einstellen, wo die Erde der Sonne am nächsten steht, und gleichzeitig die Sonne zwischen der Erde und der Zentralsonne.

Diese Bestimmung träfe nur dann genau zu, wenn die Achse der Erde mit der Achse der Sonne parallel gerichtet wäre, und wenn die Sonne sich in Rotationsruhe befände.

Aus der Rotation der Sonne folgt, daß die Bahnen der Uratome nicht annähernd in der Verlängerung der Sonnenradien gelegen sind, sondern in Sekanten, die um so mehr von den Radien abweichen, je rascher die Rotation erfolgt. Die Erde durchquert daher nicht ein Radiensystem, sondern ein Sekantensystem. Dadurch werden die erwähnten vier Punkte der Erdbahn innerhalb der Bahn geschoben.

Ferner ist das Verhältnis der beiden Rotationsachsen von Wichtigkeit. Da die Sonne rotiert, so ist die radiierende Wirkung in der Ebene, die durch den Sonnenäquator gelegt ist, ein Maximum, und die Wirkung in einer Ebene, die durch einen Pol parallel zum Äquator gelegt wird, ein Minimum, weil hier die Wirkung von einem rotierenden Punkte ausgehen soll.

Das Verhältnis der Rotationsachsen bestimmt in erster Linie das Maximum und das Minimum der Entfernung vom Zentralkörper. Wären da nicht mehrere Werte, von denen diese Punkte abhängen, so würden alle Aphele und alle Perihele eines Sonnensystemes nicht nur nach derselben Weltrichtung, sondern auch in einer einzigen Ebene liegen.

Lassen wir einen Körper oder einen Gasball eine Revolutionsbahn um einen Zentralkörper derart beschreiben, daß die Revolutionsbahn in eine Meridianebene des rotierenden Zentralkörpers fällt, so wird die Revolutionsbahn außerordentlich lang gestreckt sein. Gegenüber den beiden Polen findet so gut wie keine

Gravifikation statt; das heißt, wenn ein Pol des rotierenden Zentralkörpers in einer Geraden zwischen dem Mittelpunkte des rotierenden Zentralkörpers und dem Mittelpunkte des revolvierenden Körpers, beziehungsweise Gasballes liegt. Gegenüber dem Äquator findet eine verhältnismäßige starke Gravifikation und Annäherung statt.

Lassen wir zwei Rotationsachsen parallel sein, so wird die Revolutionsbahn, soweit sie von dieser Hauptursache allein abhinge, kreisförmig sein.

Die Bewegung der Planeten um die Sonne und der Monde um ihre Planeten ist nach dieser Auffassung ein System sich selbst regulierender Kreisläufe, die vielleicht von außen gestört werden können; die sich auch gegenseitig beeinflussen; die aber nicht die Ursachen einer Stockung in den Bahnen und eines Zusammensturzes in sich selbst tragen, etwa durch zunehmende Annäherung aus einer geborgten Lage.

Der Widerstand des Lichtäthers oder der so zu nennenden aktinischen Materie vermag die Bewegung nicht zu schwächen und insoferne theoretisch irgend einmal aufzuhalten. Da die tangentiale Komponente der Revolutionsbahn nicht erborgt ist, sondern so wie die zentripetale durch asymmetrisch verteilte Uratomenstöße stets neu erzeugt wird, so ist der Widerstand des Lichtäthers bei dieser Erzeugungsweise in der wirklich entstehenden Revolutionsgeschwindigkeit schon zum Abzug gebracht. Wenn der Widerstand der gleichmäßig verteilten aktinischen Materie größer wäre als die Wirkung der asymmetrisch verteilten Uratomenstöße, so käme eben die Revolution überhaupt nicht zu stande. Es stünde also einem ewigen Lichtätherwiderstande (Widerstande der aktinischen Materie) eine ewige und ewig gleich stärkere Neuerzeugung der tangentialen Komponente gegenüber. Die ewige Verminderung würde nur bewirken, daß die wirkliche Revolutionsgeschwindigkeit kleiner ist (nicht beständig kleiner wird), als sie bei Abwesenheit des Lichtäthers sein würde.

Überdies besteht der Widerstand nur im Sinne der Hypothese eines elastischen transversal schwingenden Äthers. Ist statt des Lichtäthers eine „aktinische Materie“ vorhanden, die sich von der chemischen nur durch größere Geschwindigkeit

und kleineres Volumen der Einheiten unterscheidet, dann gibt es keine gleichmäßig verteilte aktinische Materie. Die Atome dieser Materie werden dann von der Sonne ebenso in radiierten Bahnen, beziehungsweise in Sekantenbahnen teils zurückgeschleudert, teils aus dem Innern entlassen wie die gravifizierenden Uratome. Die aktinische Materie wirkt dann im gleichen Sinne wie die Uratome rotationserzeugend und revolutionserzeugend. Ihre Wirkung ist dann nicht von der Wirkung der Uratome abzuziehen, sondern zu ihr hinzuzuzählen.

Durch die Annahme eines Zentralkörpers höherer Ordnung, der die tangentiale Komponente der Revolution der Erde ebenso erzeugt, wie die zentripetale Komponente von der Sonne erzeugt wird, ist das ganze Problem der Herkunft der tangentialen Komponente selbstverständlich nicht gelöst, sondern in das Problem einer Sonne höherer Ordnung geschoben, die mit einem der uns sichtbaren Fixsterne identisch sein wird. Da die Eigenbewegung der Fixsterne, soweit die Beobachtungen gemacht sind, tatsächlich bestehen, so kann man sich diese Problemschiebung für unser Sonnensystem gefallen lassen. Eine weitere Verfolgung des Problemes führt zur Frage der Endlichkeit des Fixsternsystemes im Raume und in der Zeit. Diese Frage soll alsbald später erörtert werden.

Der Ozean macht die Rotations- und die Revolutionsbewegung der Lithosphäre mit. Während aber die Teilchen der Lithosphäre gegeneinander keine ungleichen Geschwindigkeiten annehmen, abgesehen von Erderschütterungen, vermag sich im Ozean an der Stelle der kleinsten Geschwindigkeit ein Wasserberg zu häufen, dessen Gipfel der Mittags-Sonnen-Flutpunkt ist. Sehen wir vorläufig von der viel stärkeren Mondflut ganz ab. Die langsamer gehenden Teilchen in *a* (Figur 24, Seite 252) werden von den schneller nachkommenden überhäuft. Ebenso entsteht in *b* an der Stelle der größten Geschwindigkeit ein zweiter Wasserberg, dessen Gipfel der Mitternachts-Sonnen-Flutpunkt ist. Die schneller gehenden Wasserteilchen stauen sich an den langsamer gehenden. Da die beiden Wasserberge aus der Menge des gesamten Ozeans entstehen, so erzeugen sie zwischen sich einen Sonnen-Ebbe-Äquator.

Der Mond verhält sich analog wie die Sonne. Auch zwischen

Mond und Erde entsteht in der Verbindungslinie der Zentren eine Stelle der größten Dichte des in radiierten Bahnen gehenden Uratomenäthers und ein auf der Außenseite liegendes Minimum. Daher entsteht auf der Erde analog ein Mond-Flutpunkt, ein Mond-Gegenflutpunkt, und ein Mond-Ebbe-Äquator. Die Einwirkung des Mondes auf die Uratomenätherdichte ist infolge der größeren Nähe stärker als die der Sonne. Daher macht sich die Sonnenflut und die Sonnenebbe nur als eine Schwächung beziehungsweise als eine Verstärkung der Mondgezeiten bemerkbar.

Wäre der ganze Planet mit Wasser bedeckt, so würden die Gezeiten weit ausgiebiger differenziert sein. Die Wirkungen werden durch das zwischen den Gipfeln der Wasserberge liegende Festland geschwächt.

In den Gezeiten wird sich außerdem noch der Auftrieb geltend machen, von dem früher die Rede war.[1]) Die Lithosphäre sinkt innerhalb der Hydrosphäre und der Atmosphäre des Planeten dem Monde entgegen, sowie auch die Lithosphäre des Mondes innerhalb seiner Hydrosphäre, wenn es eine solche gibt, der Erde entgegensinkt. Die Wirkung des Mondes auf die Erde ist aber weit kleiner als die Wirkung der Erde auf den Mond, so daß diese Differenzen mit den Stauungswirkungen der Rotation konkurrieren, und von diesen überdeckt werden. Es folgt daraus nur, daß der Gipfel der Mondflut geringfügig niedriger sein wird als der Gipfel des Mond-Gegenflutberges. Der Mond hingegen sinkt aus seiner Hydrosphäre, wenn es eine solche gibt, gänzlich heraus, so daß auf der Erdseite beständig Ebbe herrscht, und das Meer, wenn es eines gibt, sowie die Atmosphäre, wenn es eine solche gibt, nur auf der von der Erde abgewendeten Seite existieren kann.

Ein mit Wasser bedeckter Teil der Erdoberfläche wird dem Planeten nicht so viel Rotation zu erteilen vermögen wie ein Festland unter sonst gleichen Umständen, weil Ebbe und Flut an die Stelle der Rotation um eine Achse tritt. Die Rotation der Lithosphäre erfolgt eben, weil die Punkte verschiedener Geschwindigkeit miteinander fest verbunden sind. Wären sie das nicht, so würden sie die Erde nicht drehen, sondern sich

[1]) Seite 155.

voneinander entfernen. In einer Flüssigkeitskugel tritt an die Stelle der festen Verbindung der Zwang zur Rückkehr in die Kugelform. Dieser Mechanismus ist für die Rotation weniger ausgiebig als eine feste Verbindung. Daher wird auch die Atmosphäre und die Elektrosphäre Ebbe und Flut haben.

Wäre die Sonne in Rotationsruhe, so würden die Bahnen der Uratome in beliebigen Hauptschnitten durch die Sonne gleich gut radiiert sein. Da aber die Sonne um eine Achse rotiert, so erfolgt die Orientierung der Bahnen der Uratome nicht annähernd in der Richtung der Sonnenradien, sondern annähernd in der Richtung gewisser Sekanten, die um so mehr vom Radius abweichen, je rascher die Rotation ist. Abgesehen davon erfolgt die Orientierung der Bahnen nur in solchen Ebenen, die dem Sonnenäquator parallel sind und in der Äquatorebene selbst. In der Tangentialebene auf einen Sonnenpol gibt es keine orientierten Bahnen der Uratome mehr. Hier ist die anziehende Wirkung der Sonne bereits null.

Legen wir nun durch die Erde parallele Schnitte, die mit der Äquatorebene der Sonne parallel sind. Nehmen wir nun schematisch an, eine gewisse Zone würde in der ganzen Breite mit Wasser bedeckt sein. Teilen wir die Erde parallel zum Sonnenäquator in zwei Hemisphären, und bestimmen wir die symmetrische Zone auf der anderen Hemisphäre. Ist diese auch durchwegs meerbedeckt, so ist der Rotationsantrieb auf die Erde von diesen zwei Zonen her symmetrisch verteilt. Verhalten sich alle Zonen symmetrisch, indem sie paarweise zugleich Festland oder zugleich Meer sind, so wird die Achse der Erde senkrecht zur Teilungsebene der Hemisphären in diesem Sinne angelegt werden. Steht die Erdachse schief zur Äquatorebene der Sonne, so ist sie in dieser Lage nicht haltbar. Sie wird in die erstgenannte Richtung verlegt werden.

Stimmen die homologen Zonen nicht in der Art der Oberfläche überein, so ist die Rotationsgeschwindigkeit nicht symmetrisch zur Teilungsebene angeordnet. War daher die Erdachse senkrecht zur Äquatorebene der Sonne, so wird sie jetzt schief gedreht. Sie wird so angelegt, wie es das Zusammenwirken der Zonenpaare erfordert. Die Verteilung von Wasser und Festland ist für die Anlegung der Rotationsachse entschei-

dend. Umgekehrt müßte eine von außen erfolgende Umlegung der Erdachse eine katastrophenartige Veränderung der Verteilung von Wasser und Festland zur Folge haben.

Es genügt nicht, die Erde durch diese Ebene in Hemisphären zu teilen, und die gleich hohen Zonen zu vergleichen. Innerhalb jeder Zone ist wiederum Land und Meer vorhanden, und ungleich verteilt. Der Landteil dieser Zone wird der Erde bei Tage einen größeren Rotationsantrieb erteilen als der Meeresteil bei Nacht. In dieser Resultierenden aus allen Zonen müßte die Erdachse während je einer Umdrehung schwanken und nur periodisch nach je einer Umdrehung in dieselbe Lage zurückkehren. Diese Schwankungen heben sich selbst auf, weil jede Verlegung der Erdachse auch die Verteilung von Wasser und Land verändert. Entsprechen zum Beispiel zwei verschiedenen Stunden eines Tages zwei verschiedene Erdachsen, so entsprechen auch den zwei Achsen zwei verschiedene äquatoriale Wülste. Ein Teil dieser äquatorialen Fluten ist gemeinsam. In dem gemeinsamen Gebiete wird der Erdradius langsam aber beständig größer, weil nicht nur das Wasser, sondern auch das Gerölle dorthin wandert. Mit der Entwicklung eines mittleren äquatorialen Gebietes wird auch der Spielbezirk der Erdachse immer kleiner, bis die Erdachse definitiv angelegt ist, und nur mehr jene Verlegungen erfährt, die der langsamen Änderung in der Verteilung von Wasser und Land entsprechen.

Die schiefe Stellung der Erdachse zur Äquatorebene der Sonne wird daher in allen Punkten der Erdbahn beibehalten werden, weil die Ursachen der Schiefstellung in allen Punkten gleich bleiben.

49. Das Problem der Entropie.

Der Begriff der Arbeit wird aus sinnenfälligen Daten gewonnen. Zu diesen sinnenfälligen Daten gehört die Überwindung eines Bewegungswiderstandes. Den Bewegungswiderstand lernen wir als eine Empfindung kennen, wenn wir ein Gewicht auf die Hand legen lassen, wenn wir die Hand durch das Wasser bewegen, oder wenn wir im Sturme gehen. Wir lernen den Bewegungswiderstand auch als eine Empfindung kennen, wenn

wir ein Gewicht heben, oder eine Feder zusammendrücken. Zu diesen haptischen Empfindungen kommen noch optische hinzu; hierher gehört die sichtbare Tatsache des Gewichtes und der Beschleunigung im freien Falle. Der aus diesen beiden Daten gewonnene Quotient ergibt den Begriff der ponderativen oder accelerativen Masse. Auch das Wärmemaß geht auf sinnenfällige Eindrücke ohne Rest zurück. Drückt man die Arbeit nach Wärmemaß aus, so heißt sie Werk. Bei der Entstehung von Wärme wird Werk verbraucht. Das Ausmaß des verbrauchten Werkes ist gleich dem Ausmaße der entstandenen Wärme.

Stellt man sich auf den monenergetischen Standpunkt, so wird es unmöglich, den Begriff der sinnenfälligen Arbeit auf die letzte Baustufe der Materie unverändert hinunterzunehmen. Einen Bewegungswiderstand der Uratome gibt es nicht, daher auch keine Überwindung des Bewegungswiderstandes. Uratome und Amere sind durchdringlich. Sie warten nicht, bis ihnen ihre eigene Bewegungsgröße zum Teile entrissen und eine fremde aufgenötigt wird. Sie tauschen lediglich bei der Berührung die Richtungen, und zwar ohne einen Zwang, der nur aus der Undurchdringlichkeit stammen könnte, die sie nicht haben. Die Richtungen werden sozusagen freiwillig und ganz abgeworfen, und die Resultierende aus den fremden Richtungen freiwillig und ganz angenommen.

Das Uratom und das Amer hat auch fernerhin keine ponderative oder accelerative Masse, weil es weder ein Gewicht hat, noch eine Beschleunigung erfährt. Das Uratom und das Amer hat eine Masse nur im Sinne des Rauminhaltes, der von einer Qualität x erfüllt ist, die irgend etwas, aber kein Durchdringungswiderstand ist. Die Summe der Rauminhalte vieler Amere ergeben eine Masse im Sinne der quantitas materiae. Das Uratom sowie das Amer hat zwischen zwei Berührungen nur einen geradlinigen Weg mit konstanter Geschwindigkeit. Die Geradlinigkeit ist von einem beliebigen Punkte des sogenannten leeren Raumes aus genommen, sofern nur der Punkt außerhalb der Bahn liegt. Das Produkt von Kubikinhalt des Uratomes und Geschwindigkeit ist die Bewegungsgröße des Uratomes; das Produkt von Geschwindigkeit und Zeit ist der Weg des Uratomes, der Wegeffekt des Uratomes kann nicht anders als durch

mct gegeben werden, wobei *m* nicht ponderativ, sondern geometrisch als Kubikinhalt zu verstehen ist.

Der Begriff der Arbeit kann daher auf die niederste Baustufe nicht hinabgenommen werden. Wäre das möglich, so könnte man sagen, Energie sei auf allen Baustufen der Materie so viel wie die Fähigkeit Arbeit zu leisten. Nun kann aber kein Mensch beweisen, daß auf der niedersten Stufe der Materie der Begriff der sinnenfälligen Arbeit einen Sinn haben müsse. Den Begriff der Energie kann man auf die Bewegung der Uratome und der Amere anwenden, wenn man ihn genügend scharf faßt. Auf dem Gebiete der sinnenfällig werdenden Aggregate heißt dann Energie soviel wie Fähigkeit, Arbeit zu leisten. Auf dem Gebiete der Uratome und der Amere heißt (kinetische) Energie soviel wie Bestimmung der Bewegung eines Uratomes oder eines Ameres durch vorhergehende Bewegungen. Zwischen zwei Berührungen wird ein Amer in jedem Punkte seiner Bahn durch seine eigene vorhergehende Bewegung bestimmt, deren Richtung und Geschwindigkeit unverändert fortgesetzt wird. Im Augenblicke einer Berührung wird ein Uratom oder ein Amer durch die Richtungen bestimmt, die sie den berührenden Einheiten abnimmt. Die Fähigkeit, Arbeit zu leisten, ist nur ein spezieller Fall der Bestimmung einer Bewegung durch andere. Der Begriff der Energie läßt sich daher vom Begriffe der Arbeit, des Durchdringungswiderstandes, der Beschleunigung und der Kraft trennen, und auch auf die Bausteine der Materie anwenden. Es ist nicht absurd, von einem monenergetischen Standpunkte von einer Bewegungsbestimmung ohne Arbeit der Uratome zu reden.

Der Begriff der Arbeit ist mit dem Begriffe des Werkes so verbunden, daß mit der Anwendbarkeit des einen die Anwendbarkeit des anderen entfällt. Es handelt sich um Wechselbegriffe.

Der Begriff der Wärme ist ebenfalls nicht auf die unterste Baustufe anwendbar. Wärme ist Innenbewegung. Wo immer ein Aggregat n^{ter} Stufe vorhanden ist, dort kann man die translatorischen Bewegungen der niederen Aggregate, aus denen dieses höhere Aggregat besteht, die Innenbewegung dieses höheren Aggregates nennen, sofern nur das höhere Aggregat

durch diese Bewegungen nicht vom Platze rückt. In einem für die Sinne ruhenden Körper ist alles in Bewegung: die Amere innerhalb des Spielbezirkes, der eine Prothyleinheit heißen mag; die Prothyleinheiten innerhalb eines Atomogenes; die Atomogene innerhalb eines chemischen Atomes; die Atome innerhalb eines kleinsten Moleküles oder Aggregates vierter Ordnung; die Aggregate vierter Ordnung innerhalb eines Aggregates fünfter Ordnung; die Aggregate fünfter Ordnung innerhalb eines Aggregates sechster Ordnung; die Aggregate sechster Ordnung oder die Körpermoleküle innerhalb des Körpers, der trotz der Bewegungen seiner Moleküle nicht vom Platze rückt. Jede Innenbewegung eines Aggregates kann man die Wärme dieses Aggregates nennen, und daher eine Reihe von Wärmestufen konstruieren, die ineinander eingeschachtelt sind.

Eine Innenbewegung der Amere sowie eine Innenbewegung der freifliegenden Uratome gibt es nicht mehr, weil eine noch tiefere Baustufe fehlt, deren translatorische Bewegungen die Wärme des nächsthöheren Aggregates genannt werden könnte. Eine andere Art von Bewegung, wie etwa die Rotation um eine Uratomenachse, läßt sich bei der Eigentümlichkeit des Urstoßgesetzes nicht gewinnen. Die Umwandlung von Wärme in Werk und von Werk in Wärme läßt sich am freifliegenden Uratome sowie am Amere nicht einmal mehr vorstellen, viel weniger annehmen.

Man kann an dem sogenannten Entropiegesetze zwei Teile unterscheiden: einen Teil, der wirklich ein Gesetz ist, aus der physikalischen Erfahrung stammt, und kompetenterweise nur vom Physiker formuliert wird; und einen anderen Teil, der eine hypothetische und unbeweisbare Konstruktion bleibt, die an die Tatsachen der Entropie angeschlossen wird.

Eine Tatsache ist es, daß alle Energieumwandlungen eine bestimmte Richtung erkennen lassen. Wer aber die Richtung allein erkennt, weiß daraus noch nicht, wo sich das Ziel befindet, bei dem die Bewegung Halt macht. Wenn sich etwas von *A* nach *B* bewegt, *B* noch nicht erreicht ist, und in der Richtung über *B* hinaus das nicht mehr angestrebte *C* liegt, so kann sich der Beurteiler irren, indem er die Richtung von *A* nach *B*, die natürlich auch die Richtung nach *C* sein wird, dadurch charak-

terisiert, daß er C als das Endziel der Bewegung bezeichnet. Eine unbeweisbare Hypothese ist es, daß diese Richtung der Energieumwandlungen so lange beibehalten wird, bis die Zerstreuung der Wärme und die allgemeine Erstarrung als das bestimmte Endziel in dieser Richtung erreicht worden sein wird.

Diese Hypothese kann man auch die Annahme nennen, daß die Entropie im Weltall einem Maximum zustrebe. Eben das Wort Maximum bedeutet hypothetischerweise das Endziel, von dessen Erreichung kein exakter Beweis möglich ist. Ein Entropiegesetz, das hypothesenfrei geformt wird, müßte sich mit der Charakterisierung der Richtung begnügen. Soweit die Erfahrung reicht, sehen wir eine bestimmte Richtung der Energieumwandlungen nach einem Optimum der Entropie. Daß die Umwandlung von einem Minimum herkomme, ist nur eine Hypothese, die aber eine große Wahrscheinlichkeit für sich hat. Daß die Richtung über das Optimum hinaus nach einem Maximum verfolgt werden werde, ist wiederum nur eine Hypothese oder ein System von Schlüssen aus hypothetischen Grundlagen von großer Unwahrscheinlichkeit der Prämissen bei bewundernswerter Exaktheit der Schlüsse.

Unter dem Optimum verstehe ich die Selbstregulierung in der Selbstformung der Materie zu ewigen Kreisläufen der Bewegungserteilung; die Fähigkeit zur Wiederherstellung des Kreislaufes nach jeder Störung eines Systems durch ein anderes; die Fähigkeit der Erreichung und Festhaltung einer individuell angemessenen Eigenwärme durch jedes Aggregat und jedes Agglomerat; die Fähigkeit der unverlierbaren Eigenbewegung, Eigengeschwindigkeit und Eigenrichtung; nicht aber die Erstarrung.

Die Materie strebt nicht aus den „unwahrscheinlichsten" Zuständen in die „wahrscheinlichsten" und nicht aus den „unnatürlichsten" in die „natürlichsten" der translatorischen Unbeweglichkeit. Die Materie wird nicht entwertet, und die Energie entartet nicht. Wenn es ein Urstoßgesetz gibt, so strebt die Materie infolge dieses Gesetzes in einer bestimmten Richtung gewissen Kreisläufen zu, die alles andere eher als der Wärmetod sind.

Der zweite, in den Prämissen unbewiesen hypothetische Teil

des Entropiegesetzes beruht auf der unbewußten Annahme, daß es keine Uratome, kein Urstoßgesetz und daher auch keine „Eigenwärme“ geben könne. Ein Beweis für die Unmöglichkeit der Eigenwärme wird nicht geführt, da der Gedanke der Eigenwärme nicht einmal berührt wird.

Wenn es eine Eigenwärme eines jeden Aggregates und eines jeden Agglomerates gibt, die sich immer wieder von selbst aus den Uratomen herstellt, sobald sie durch Wärmezufuhr oder durch Wärmeentziehung gestört wurde, dann besteht die Möglichkeit eines Kreislaufes ewiger Verwandlung von Werk in Wärme und von Wärme in Werk.

Die freifliegenden Uratome haben keine Wärme, weil sie keine Innenbewegung haben; sie sind weder warm noch kalt; sie sind aber insofern die Wärme selbst, als sie zusammen mit den Ameren oder den aggregierten Uratomen den Uratomengehalt eines Aggregates ausmachen, worin eben die Wärme besteht, und wovon die Lebhaftigkeit der Innenbewegung abhängt.

Entzieht man einem Aggregate beliebiger Ordnung einen Teil der in ihm befindlichen Uratome, so schwächt man dadurch die zurücktreibende und zusammenhaltende Wirkung der Radiationen. Der Spielbezirk des Aggregates wird größer, die Struktur wird lockerer, und das Aggregat kann in Hinsicht darauf wärmer genannt werden.

Könnte man einem Aggregate die im Binnenraume enthaltenen Uratome sowie die Uratome der Umgebung gänzlich entziehen, so müßte sich das Aggregat in freifliegende Amere auflösen, die sich im Weltall nach allen Richtungen zerstreuen.

Führt man einem Aggregate eine größere Anzahl von Uratomen von außen zu, so werden die Radiationswirkungen verstärkt. Die Struktur des Aggregates wird dichter, das Volumen des Spielbezirkes wird kleiner, und das Aggregat selbst kann kälter genannt werden.

Der Uratomengehalt ist zur Wärme verkehrt proportioniert.

Ein heißes Aggregat wird einem kalten Thermometer Uratome entziehen, und ein kaltes Aggregat wird an ein warmes Thermometer Uratome abgeben.

Der Uratomengehalt eines Aggregates wird durch die Annäherung an ein anderes Aggregat verändert werden, wenn das

andere Aggregat bereit ist, überschüssige Uratome abzugeben oder fehlende aufzunehmen.

Die Überschüssigkeit und der Mangel beziehen sich auf den normalen Gehalt an freifliegenden Uratomen in den Binnenräumen des Aggregates oder auf die Eigenwärme.

Ein Aggregat, das von keinem anderen berührt wird, verschafft sich seinen Uratomengehalt aus dem umgebenden Uratomenäther. Das Gleiche gilt von jedem Agglomerate.

Überschuß und Mangel wird nur durch Veränderungen der Aggregation möglich; sei es im kleinen Maße durch Veränderungen innerhalb der Aggregationsstufe; sei es im großen Maße beim Übergange aus einer Aggregationsstufe in eine andere.

Jede Struktur stellt den ihr angemessenen Uratomengehalt wieder selbst her. Es wurde früher gezeigt, warum ein großer Himmelskörper, er mag nun ein reiner Gasball oder ein kombiniertes Agglomerat sein, wenn es Uratome gibt, den Gehalt an Uratomen verglichen mit der Dichte des umgebenden Uratomenäthers herabsetzen muß, und den geringeren Gehalt an Uratomen selbstregulierend behauptet. Jedes Gestirn hat seine individuell angemessene Eigenwärme.

Aber nicht nur jeder Himmelskörper, auch jedes kleinste Aggregat wird aus denselben Ursachen seine Eigenwärme haben, die es nach jeder Störung wieder herstellt. Eine solche Störung ist jede Wärmeentziehung und jede Wärmezufuhr von außen her. Auch jede mechanische Störung, das heißt jede andere Verteilung der Amere im Raume ist zugleich eine Wärmestörung, weil jetzt eine neue Eigenwärme zugeordnet ist, die erst erworben werden muß.

Eine Temperatur, die von der Eigenwärme abweicht, kann nur durch einen äußeren Zwang so lange erhalten werden, als dieser Zwang dauert.

Da der Uratomengehalt eines Aggregates aus dem gemeinsamen freien Uratomenäther geschöpft wird, so ist die Summe der in der Welt in einem Zeitpunkte gegebenen Aggregate für die Höhe der verschiedenen Eigentemperaturen mit entscheidend. Die Eigentemperatur ist daher mit dem Weltzustande variabel.

Die Eigenwärme eines Aggregates kann in verschiedener Weise gestört werden. In der molekularen Wärmeleitung findet

eine direkte Entziehung von Uratomen statt, die in einem stark aufnahmsfähigen Aggregate Unterkunft finden. Werden zwei Eisstücke aneinander gerieben, so wird die Innenbewegung der Eisstücke in dem Sinne gestört, daß jetzt Uratome an den umgebenden Uratomenäther abgegeben werden. In ähnlicher Weise wirkt die Erwärmung durch Strahlung. Die aktinische Materie (der Äther für strahlende Energie) leitet keine Wärme; sie stört nur durch ihre Schwingung die Innenbewegung des Körpers, der infolge dieser Störung einen Teil seiner Uratome an den Uratomenäther abgibt.

Wenn nun kein Aggregat über seine Eigentemperatur hinaus dauernd wärmer und ebensowenig unter seine Eigentemperatur hinab dauernd kälter gemacht werden kann, dann ist auch keine Möglichkeit vorhanden, daß ein Zeitpunkt kommen kann, worin jedes Werk in Wärme verwandelt sein wird.

Hat ein Gasball wie die Sonne eine hohe Eigentemperatur, so wird beständig eine Strahlung auf die Planeten hin stattfinden können, ohne daß dadurch die Temperatur der Sonne eine Verminderung erfahren könnte. Die Eigentemperatur wird innerhalb gewisser Grenzen periodisch schwanken können, weil die Eigentemperatur die Schwankungen der Dichte des Uratomenäthers mitmachen muß.

Durch die selbstleuchtenden Himmelskörper werden die Eigentemperaturen der dunklen Körper während der Bestrahlung gestört. Im Schatten beginnt die Rückkehr zur Eigentemperatur, die aber noch nicht erreicht sein muß, wenn die Bestrahlung aufs neue beginnt. In dieser Art kann die Eigentemperatur dauernd erhöht bleiben, weil die Einwirkung von außen andauert.

Würde die aktinische Materie (der Äther für strahlende Energie) aus der Welt genommen werden, so würde auf unserem Planeten alles erstarren, da die Eigentemperaturen der Aggregate an der Oberfläche sehr tief sind.

Die Störung der Eigentemperatur der dunklen Aggregate an der Oberfläche der Planeten durch die relativ wenig schwankende hohe Eigentemperatur der Sonne ist ein Kreislauf in der Wärmeveränderung, der so lange möglich ist, als das Sonnensystem nicht von außen gestört wird. Dieser Kreislauf trägt

nicht die Bedingung seiner eigenen Stockung durch einen Fehler seiner Anordnung in sich.

Die Sonne erscheint vom monenergetischen Standpunkte nicht als ein glühender Gasball, dessen Wärme langsam aber stetig abnimmt, sondern als ein Agglomerat, dessen hohe Eigenwärme von der Größe und Dichte seiner selbst, sowie von der Dichte des Uratomenäthers abhängt. Mit der Dichte des Uräthers, durch den die Sonne zieht, wechselt die Eigenwärme aufwärts und abwärts.

Auch die Erde erscheint nicht als ein ehemals flüssiger Körper, sondern als ein Gestirn, dessen dünne Rinde überhaupt niemals in ihrer Gänze glühend gewesen sein muß. Der kleineren Größe entspricht eine geringere Eigenwärme. Die Sonne erscheint als das mechanische, die Erde als das biologische Zentrum des Systems.

Wird der Erdball durch Veränderung der Dichte des Uratomenäthers zugleich mit der Sonne wärmer, so wird die Spannung der Rinde zu vulkanischen Eruptionen und auch zu tektonischen Beben führen müssen.

Der Begriff der Eigenwärme ist für den Begriff der Entropie überall wichtig. Es ist zum Beispiel wahr, daß nur ein wärmerer Körper an einen kälteren von selbst Wärme abgibt. Dies gilt aber nicht für die Welt bedingungslos. Es gilt für den uns gegebenen Weltzustand, weil die Eigentemperaturen der Körper, Flüssigkeiten und Gase, mit denen wir experimentieren können, sehr tief liegen und auch untereinander nur wenig abweichen, weil es sich um kleine Aggregate und kleine Agglomerate handelt. Um solche Fragen empirisch zu erledigen, müßte es möglich sein, daß ein übermenschlicher Experimentator mit Himmelskörpern seine Versuche anstellen könnte. Denken wir uns zwei Riesenkörper, deren Eigentemperaturen an der Oberfläche um 100° C. auseinander liegen. Der Körper mit hoher Eigentemperatur sei etwa um 40° C. unter seine Eigenwärme durch Wärmeentziehung gebracht worden, und der Körper mit niederer Eigentemperatur sei von außen um 40° C. erwärmt worden. Der Wärmeunterschied beträgt noch immer zwischen den zwei Körpern 20° C. Der wärmere Körper, der immer noch nicht seine Eigenwärme erreicht hat, wird seiner Eigenwärme

zustreben, und Uratome abgeben; der kältere Körper, der künstlich über seine Eigentemperatur gebracht wurde, wird seiner Eigentemperatur zustreben und Uratome aufnehmen. Die beiden Körper werden ihre Temperaturen nicht ausgleichen; es wird in diesem Falle keine Wärme von dem wärmeren auf den kälteren übergehen. Im Gegenteile; der wärmere Körper wird dadurch, daß ihm der kältere Uratome entzieht, noch wärmer werden, und der kältere noch kälter. Die Temperaturen werden nicht zu einer mittleren Temperatur ausgeglichen werden, sondern die Temperaturgegensätze werden durch die Wechselwirkung der Körper aufeinander verschärft werden.

Man darf sich die Wärme nicht als eine Flüssigkeit vorstellen, die von selbst immer nur abwärts fließt. Bei allen diesen Fragen handelt es sich um die Vorfrage, ob es eine Eigenwärme gibt, und wenn es eine gibt, in welcher Temperaturstufe sie zu suchen ist.

Nur unter den genannten Bedingungen, die übersehen zu werden scheinen, gibt ein wärmerer Körper an einen kälteren von selbst Wärme ab. Der kälteste Körper kann noch Wärme an den Uratomenäther verlieren, falls er seine Eigenwärme nach oben überschritten hat. Hat er sie nicht überschritten, so wird er durch den Uratomenäther nicht mehr kälter gemacht. Die Uratome selbst sind weder warm noch kalt. Der Uratomenäther selbst kann warm genannt werden, wenn in der Raumeinheit verhältnismäßig wenige Uratome enthalten sind, und er kann kalt heißen, wenn in der Raumeinheit verhältnismäßig viele Uratome fliegen. Wenn daher der kälteste Körper, der den größten Gehalt an Uratomen besitzt, keinem wärmeren etwas nehmen kann, weil alle diese einen geringeren Gehalt haben, so bleibt immer noch der Uratomenäther übrig, dem sich etwas entnehmen läßt. Wird der kälteste Körper, den es gibt, und dessen Kälte noch nicht auf die Eigentemperatur gesunken ist, noch kälter, so wird der Uratomenäther entsprechend wärmer. Nichts kann den kältesten Körper daran hindern, noch kälter zu werden, solange er nicht seine Eigentemperatur erreicht hat. Nur durch die Anwesenheit wärmerer Körper, die über ihre Eigentemperatur hinaus warm sind, wird er an der Erreicherung seiner Eigentemperatur verhindert. Daher sagt man mit Recht, nur ein

wärmerer Körper gebe an einen kälteren Wärme ab. Er setzt einen kälteren voraus, wenn überhaupt Körper da sind. Was geschieht aber, wenn keine anderen Körper da sind, die das Sinken auf die Eigentemperatur verhindern? Kein Experiment der Welt existiert, das darauf eine Antwort gäbe. Niemand weiß das. Man kann sich aber auf verschiedene Standpunkte stellen und von da aus Hypothesen konstruieren. Stellt man sich auf den monenergetischen Standpunkt, so fordert die Konsequenz, daß der kälteste Körper, von allen anderen Körpern isoliert, seiner Eigentemperatur entgegensinkt, bis er sie erreicht hat, wobei der Uratomenäther wärmer wird. Es folgt ebenso, daß der kälteste Körper, wenn er unter seine Eigentemperatur gebracht worden sein sollte, sich selbst erwärmt, bis auf seine Eigentemperatur, wobei der Uratomenäther kälter wird.

Hingegen kann auch der wärmste Körper durch Abgabe von Uratomen an den freien Uratomenäther noch heißer werden, ohne eines zweiten Körpers zu bedürfen, dem er die Wärme entzieht, sobald er nur seine Eigenwärme nach unten zu überschreiten durch einen Eingriff von außen gezwungen wurde.

Sobald die Welt überhaupt einmal existiert, sobald ist auch von da ab ein ewig fortgesetzter Kreislauf der wechselseitigen Temperaturerteilung möglich, sowie auch ein ewig fortgesetzter Kreislauf in den translatorischen Bewegungserteilungen. Die Sonne verhält sich dabei als der ewige Schenker, dessen Geschenke Kreisläufe sind. Sobald die Welt nicht mehr existiert, sobald ist der Kreislauf zu Ende. So lange sie aber existiert, so lange trägt sie nicht den Keim der Entwertung der Materie und der Entartung der Energie in sich.

50. Das Problem der räumlichen und zeitlichen Endlichkeit der Welt.

Die sich selbst regulierende Bewegung unseres Sonnensystemes läßt sich verstehen, weil das ganze System eine translatorische Eigengeschwindigkeit besitzt, mit der es nach einem gewissen Punkte der Welt eilt. Nach Campbell bewegt sich unser Sonnensystem mit einer Geschwindigkeit von 22 Kilometern nach dem südöstlichen Teile des Herkules.

Wenn das Sonnensystem allein im leeren Uratomenäther existierte, so zöge es geradlinig in die Unendlichkeit weiter. Nun besteht aber eine Rotation der Sonne um ihre Achse. Diese Rotation wäre ein Rätsel, wenn die Sonne geradlinig durch einen gleichmäßig verteilten Uratomenäther zöge. Man wird also deshalb allein schon annehmen müssen, daß die Sonne quer durch ein System radiierter Bahnen von Uratomen ziehe, und infolgedessen ebenso in Rotation versetzt werde, wie die Erde durch die Radiation der Sonne in Drehung versetzt wird.

Dieses Radiationssystem kann zunächst möglicherweise von einer größeren und ferneren Sonne erzeugt werden, die dann für unsere Erde eine Sonne zweiter Ordnung ist. Die Eigengeschwindigkeit unserer Sonne wird dann zur tangentialen Komponente ihrer Bahn, die entfernte Sonne höherer Ordnung ergibt die zentripetale Komponente, und die aus den Beobachtungen erschließbare Geschwindigkeit ist dann die Geschwindigkeit der Revolution.

Die zweite Sonne beschreibt vielleicht eine Bahn um eine noch größere und fernere dritte. Diese hypothetische Konstruktion läßt sich aber nicht ins Endlose fortsetzen. Bei so großen Entfernungen wird wohl auf das einzelne Sonnensystem die Summe der Radiationen aller übrigen wirken können, aber nicht mehr das einzelne Sonnensystem auf das einzelne andere innerhalb derselben Ätherkugel. Ferner käme man auch durch eine endlose Wiederholung dieser Konstruktionen zu einer verhältnismäßig gleichen Verteilung der Sterne, nicht aber zur Form der ungeheuren Milchstraßen-Spirale und der großen sternarmen Räume oder „Sternwüsten".

Wir sind also gezwungen, früher oder später eine Sonne anzunehmen, die für unsere Erde der letzte Zentralkörper einer endlich hohen Ordnung ist. Vielleicht ist sogar unsere Sonne für unsere Erde der erste und der letzte radiierende Zentralkörper.

Dann entsteht aber die Frage, warum die vielen voneinander unabhängigen Zentralkörper, deren jeder sich geradlinig fortbewegt, nicht ineinander stürzen, wenn die Bahnen regellos durcheinander geworfen sind. Es ist dann auch nicht zu begreifen, warum unsere Sonne, wenn sie ein letzter Zentralkörper ist, rotiert?

Die Beantwortung dieser Frage hängt innig mit der Frage der räumlichen Endlichkeit der Welt zusammen.

Die Behandlung des Problemes setzt zunächst scharfe Begriffe voraus. Unser Sonnensystem kann man eine Einheit aus jenem Sternensysteme nennen, das uns erscheint. Dieses Sternensystem muß noch nicht das Weltall sein.

Wir können nämlich den Lichtäther als ein Gas im früher definierten Sinne auffassen, wenn auch nur als ein Gas niederster Ordnung aus Aggregaten erster Stufe. Wenn nun die gröberen Gase höherer Ordnung sich zu glühenden Kugeln formen, so wird auch eine endliche Menge des Lichtäthers, im unendlichen Uratomenäther eingebettet, sich aus denselben Ursachen kugelig ballen müssen. Das einzelne Lichtätheratom wird nicht vom nächsten einzelnen, wohl aber von der Summe aller übrigen immer wieder zur Häufung oder zum Agglomerate zurückgelenkt, wenn es im Begriffe ist, das Agglomerat zu verlassen. Diese Lenkung beruht nicht auf einer Anziehung aus der Ferne, sondern auf der Summe der Radiationen der Bahnen der Uratome.

Da die Lichtätheratome die kleinsten Aggregate niederster Ordnung sind, so wird die Lichtätherkugel, wenn die Summe aller Radiationen wirksam werden soll, eine ungeheure Größe haben müssen. Sie ist nämlich nur in dieser Größe möglich. Kleinere Mengen von Lichtäther würden sich im Weltraume auflösen.

Diese Lichtätherkugel wird so groß sein, daß alle uns sichtbaren Sterne, die fertigen und die unfertigen Sonnensysteme, darin eingebettet sind. Den Inbegriff aller Sonnensysteme, und überhaupt den Inbegriff der chemischen Materie innerhalb einer Lichtätherkugel kann man begrifflich als eine Einheit behandeln und ein Sternensystem nennen.

Der Lichtäther wird im Mittelpunkte der Lichtätherkugel die größte Dichte haben. Bei der ungeheuren Größe der Kugel wird der Äther für das einzelne Sonnensystem und für sehr große Strecken zwischen den Sonnensystemen so gut wie gleichmäßig dicht sein.

In dieser ungeheuren, aber endlich großen Lichtätherkugel sind nur endlich viele Sterne in ungeheurer Zahl enthalten. Das uns sichtbare Sternensystem ist dann räumlich endlich.

Ist aber dieses sichtbare Sternensystem das einzige, oder ist es eine Einheit aus einer Vielheit, vielleicht aus einer Unendlichkeit von Sternensystemen? Gibt es nur eine ungeheure Lichtätherkugel, oder unendlich viele im unendlichen Uratomenäther?

Das vermag die Forschung nicht zu entscheiden. Wenn es eine unendliche Menge von Lichtätherkugeln gibt, die in einen gemeinsamen Uratomenäther eingebettet sind, dann dringt kein Lichtstrahl aus einem Sternensysteme in das andere. Die Sternensysteme müssen dann für einander unsichtbar sein. Zwischen den Sternensystemen gibt es dann nicht nur finstere, sondern überhaupt undurchleuchtbare Intermundien. Nicht die Entfernung allein begründet die Unsichtbarkeit, sondern der Mangel eines Lichtäthers.

Der Uratomenäther selbst ist der letzte und der allein echte Äther. Es ist nichts da, was ihn zu einer Kugel zusammentreiben könnte. Der Lichtäther hingegen ist nur ein sogenannter Äther, und eigentlich das feinste Gas. Der Uratomenäther kann in einer unendlich ausgedehnten Einheit gegeben sein, der Lichtäther oder eigentlich das Lichtgas in einer unendlich großen Vielheit von endlich großen ungeheuren Einheiten.

Der Uratomenäther selbst müßte sich in die Unendlichkeit verlieren, wenn er nicht in der Unendlichkeit gegeben wäre. In dieser Art verträgt sich die räumliche Endlichkeit des einzelnen Sternensystemes mit der räumlichen Unendlichkeit des Uratomenäthers und der unendlich großen Anzahl der Sternensysteme.

Nun kommen wir zu der ursprünglich gestellten Frage zurück, warum die voneinander unabhängig in scheinbar beliebigen Richtungen ziehenden Sonnensysteme einer Welt, das heißt eines Sternenagglomerates oder einer Lichtätherkugel nicht ineinander stürzen?

Die Richtungen sind offenbar nicht beliebig. Andrerseits läßt sich die Annahme einer letzten Zentralsonne höchster Ordnung, die etwa im Mittelpunkte der Lichtätherkugel ohne Rotation um eine Achse ruht, nicht durchführen, ohne mit der Form der ungeheuren Milchstraßen-Spirale in Widerspruch zu kommen. Endlich müßte auch diese letzte Zentralsonne eine translatorische Eigengeschwindigkeit haben, indem sie nur relativ zur Licht-

ätherkugel ruht, aber andrerseits mit der Geschwindigkeit dieser Kugel selbst im Uratomenäther dahinzieht.

Man kann in keiner Weise die Bewegung der Lichtätherkugel oder Lichtgaskugel in den Konstruktionen umgehen.

Die für einander unsichtbaren Lichtätherkugeln werden durch die Gravifikation aufeinander ebenso wirken, wie die Himmelskörper innerhalb eines Sonnensystemes, wenn sie einander nahe genug kommen, und wie die Sonnensysteme innerhalb eines Sternensystemes, wenn sie voneinander weit entfernt sind. Die ungeheuren Amerenmassen innerhalb einer Lichtätherkugel werden durch die noch größere Amerenmasse innerhalb einer nächsten größeren Lichtätherkugel ähnlich beeinflußt werden, wie die Erde durch die Sonne. Den ungeheuren Entfernungen, wodurch die Radiationen geschwächt werden, stehen die ungeheuren Massen gegenüber.

Die kleinere Lichtätherkugel wird sich um die größere als ein Planet um einen Zentralkörper drehen. Die kleinere Lichtätherkugel wird um eine Achse rotieren, eine starke Abplattung erfahren, und eine Revolutionsbahn beschreiben.

An diesen Bewegungen werden alle Amere der Lichtätherkugel gemeinsam beteiligt sein: die aktinische Materie, die keraunische und die chemische. Die aktinische Materie wird nicht die Gestirne in Bewegung setzen, und die Gestirne werden nicht gegen einen ruhenden Lichtäther zu drängen haben. In ähnlicher Weise beteiligt sich an der Rotation unseres Planeten die Lithosphäre, die Atmosphäre und die Elektrosphäre. Sowie aber hier aus der Rotation der Lithosphäre und der Atmosphäre durch Differenzen der Geschwindigkeit Strömungen entstehen, so wird es auch in der rotierenden Lichtätherkugel und den darin schwebenden Gestirnen zu Wechselwirkungen zwischen der chemischen und der aktinischen Materie kommen. Der Lichtäther wird durch die langsamer gehenden Gestirne gestaut werden. Von der Eigengeschwindigkeit der Lichtätheratome geht dadurch nichts verloren, wie sich aus dem Atomenstoße ergibt.

Die Bewegung unserer Sonne, wenn diese ein letzter Zentralkörper sein sollte, ist dann aus der Gesamtbewegung der Lichtätherkugel abzuleiten. Es ergibt sich dann eine gesetzmäßige Anordnung krummer Sonnenbahnen um eine Weltachse

und kein Durcheinander geradlinig verfolgter Wege mit der Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit eines Zusammenstoßes fertiger Systeme. Auf diesem Wege läßt sich sogar die ungeheure Milchstraßen-Spirale begreiflich machen.

Die Lichtätherkugeln und ihre Sternensysteme lassen sich in Planetensysteme erster, zweiter und höherer Ordnung bringen. Auch diese Konstruktion kann nicht ins Endlose wiederholt werden. Es können aber unendlich viele voneinander unabhängig entstandene Systeme angenommen werden. Dadurch erhält man ebenso viele Zentral-Lichtätherkugeln, die unabhängig voneinander ruhen. Wären diese Zentralwelten einzeln einander nahe genug, so hätten sie sich schon einzeln durch einen Zusammensturz vereinigt. Sind sie aber nicht vereinigt, so ist das einzelne von dem nächsten einzelnen so weit entfernt, daß sie sich nicht mehr durch ihre Radiationen beeinflussen. Das heißt, die einzelne Zentral-Lichtätherkugel wird nicht mehr von der nächsten einzelnen beeinflußt, wohl aber von der Unendlichkeit aller übrigen an ihren Platz gebannt, da sie so gut wie im Zentrum einer Unendlichkeit ist.

Innerhalb einer Lichtätherkugel gibt es einfache Zentralkörper als physische Sonnen, und auch Doppelsterne, die sich um einen Punkt zwischen ihnen drehen. Parallele aber entgegengesetzte Richtungen vor der Annäherung können diese Anordnung zum Resultat haben, wenn die Annäherung durch die gegenseitige Radiation erfolgte, aber zu schwach war, um zu einem Zusammensturze zu führen, und doch stark genug, um die aneinander vorbeiziehenden Körper zu bannen.

Ebenso können auch Doppel-Lichtätherkugeln angenommen werden, die sich um einen Punkt zwischen ihnen drehen, und nicht in der Abhängigkeit von einem einzelnen nächsten Zentralsysteme höherer Ordnung stehen.

Weder unser Sonnensystem, noch ein anderes, noch das ganze Sternensystem unserer Lichtätherkugel trägt den Keim seines Verfalles aus inneren Ursachen in sich. Die Sonne wird so wenig in eine Zentralsonne oder gegen eine fremde Sonne stürzen, wie die Erde in die Sonne stürzen wird. Sie schlägt jene Bahn ein, die aus der Rotation und Revolution der gesamten Lichtätherkugel folgt. Sollte sie von einer Sonne zweiter Ord-

nung abhängig sein, so wird sie jene Entfernung einnehmen, die ihrer Masse und jener der Zentralsonne angemessen ist. Wird sie durch eine äußere Ursache näher getrieben, so kehrt sie mit dem Aufhören des äußeren Zwanges wieder in ihre Eigenlage zurück, weil die tangentiale Komponente in der zunehmenden Nähe zugleich mit dem Widerstandsunterschiede größer wird.

Der Zusammenstoß zweier fertiger Sonnensysteme kann daher nur ein wunderseltener Ausnahmefall sein.

Anders verhält es sich mit den noch unfertigen Sonnensystemen. Hier gehört eine Vereinigung von Gasbällen, die in derselben Bahn oder in genäherten Bahnen ihre Wege machen, zum Wesen des Wachstums und der Entwicklung. Ebenso gehören zum Wesen der noch unfertigen Sonnensysteme die Änderungen der Aggregationsstufe und damit im Zusammenhange die Änderungen des Volumens, der Temperatur und der Art des ausgestrahlten Lichtes.

Der Zusammenstoß fertiger Sonnensysteme bedeutet noch nicht den Untergang der Planeten. Die Sonnen stoßen, durch die Radiationen oder Gravifikationen gelenkt, direkt aufeinander. Es ist nicht möglich, daß eine Sonne zufällig einen Planeten trifft; es sei denn, daß dieser sich zur betreffenden Zeit zwischen den Sonnen befindet. Die Planeten müssen auch nicht untereinander zusammenstoßen, denn sie sind weitaus stärker durch ihre Sonnen gelenkt als durcheinander. Es besteht nur die Möglichkeit, aber keine große Wahrscheinlichkeit eines Zusammenstoßes. Die Planetenoberflächen sind auch nicht der Gefahr einer raschen Temperaturerhöhung ausgesetzt, denn mit der neuen Sonnenmasse entsteht auch eine größere Entfernung von der Wärmequelle durch Selbstregulierung. Die Rotations- und Revolutionsgeschwindigkeiten nehmen entsprechend zu. Der Zusammenstoß zweier Sonnen bedeutet nicht notwendig die Vernichtung des Lebens in den verschmelzenden Systemen, wohl aber schwere Katastrophen durch Veränderungen der Lebensbedingungen.

Ist die Bedingung des Sturzes eines fertigen Sonnensystemes in ein anderes wunderselten erfüllt, so ist die Bedingung der Wiederholung des Sturzes in eine dritte noch viel seltener ge-

geben. Der Sturz ist nicht die Folge einer Anziehung aus weiter Ferne in gerader Richtung, sondern nur die Folge einer bestimmten, außerordentlich seltenen Lage der Bahnen, in deren Verfolgung eine so starke Annäherung stattgefunden hat, daß das einzelne System auf das andere einzelne anziehend zu wirken vermochte.

Je länger die Welt (die Lichtätherkugel und ihr Sternensystem) besteht, desto wahrscheinlicher wird es, daß sämtliche Stürze fertiger Systeme, die möglich und notwendig waren, schon stattgefunden haben.

Unser gesamtes Sternensystem ist, so lange es existiert, ein sich selbst regulierendes höchst entwickeltes System ohne einen zur Selbstvernichtung führenden Fehler.

Die Frage der räumlichen Endlichkeit ist mit Unterscheidung zu stellen. Das einzelne Sternensystem scheint im Raume endlich zu sein. Der Inbegriff aller Sterne, die uns sichtbar werden, ist noch nicht die ganze materielle Welt, sondern möglicherweise nur der Kern innerhalb einer ungeheuren Lichtgasmenge. Heißt diese Einheit die Welt, dann ist die Welt endlich im Raume. Das Weltall kann aber auch eine Unendlichkeit solcher Lichtgaskugeln in einem einzigen unendlich ausgebreiteten Uratomenäther enthalten. Daher können die Argumente für die Endlichkeit „der“ Welt mit den Argumenten für die räumliche Unendlichkeit des Weltalls zugleich bestehen, denn beide beziehen sich auf Verschiedenes.

Die Frage nach der zeitlichen Endlichkeit wird mit immer größerer Zurückhaltung behandelt werden, wenn man einmal allgemeiner eingesehen haben wird, daß die Welt nirgends den Keim ihrer Selbsterstarrung und Stockung in sich trägt, sondern ein sich selbst wunderbar regulierendes System bildet, das sich immer wieder von selbst in Ordnung bringen müßte, wenn man es in die Uratome und Amere auflösen könnte.

Es ist immer mißlich, aus angeblichen Fehlern oder Übelständen der Weltkonstruktionen, die meist nur fehlerhafte Lehrmeinungen oder besten Falles die Folgen eines einseitigen Standpunktes sind, auf eine Endlichkeit „der Welt“ in der Zeit zu schließen.

Nichtsdestoweniger ist es möglich und wahrscheinlich, daß

„die Gestalt dieser Welt vergeht“. Wenn der Uratomenäther wirklich aus Uratomen besteht, die sich nur durch Berührung beeinflussen und sonst ihre Wege unabhängig voneinander fortsetzen, dann ist es auch möglich, daß die Dichte des Uratomenäthers an verschiedenen Stellen verschieden ist, und an derselben Stelle wechselt.

Sind in einer Gegend des Weltalls die Uratome besonders dicht gehäuft, so werden sie sich selbst in alle Richtungen abstoßen, und gerade die Stelle der größten Dichte wird späterhin den geringsten Gehalt an Uratomen besitzen. Wären die Uratome in ihrer Gesamtheit ein Gas, so gäbe es noch kleinere Körperchen, durch die sie wieder zurückgebracht werden. Da wir aber am Ende der Baustufen und Bausteine angelangt sind, so ist nichts mehr da, was die Flüchtlinge zurückbringen könnte. Die Uratome bilden keine Gaskugel, sondern einen nur in die Unendlichkeit verlegbaren Uratomenäther. Jede Verdichtungsstelle wird eben dadurch, daß sie ist, zur späteren Verdünnungsstelle. Es findet eine Art Puls im Uratomenäther statt. Da keine Ballungen und keine Aggregationen mehr eintreten können, so wird die Konstellation der Bahnen nicht beeinflußt, und keine Verdichtungs- sowie keine Verdünnungsmöglichkeit im Laufe der Zeit erschöpft.

Wenn ein Sternensystem in eine Gegend des Weltalls gelangt, wo der Uratomenäther sehr dünn ist, oder wenn an der Stelle, wo sich ein Sternensystem befindet, der Uratomenäther sehr dünn wird, dann muß sich das ganze System unter fortschreitender Erwärmung auflösen; bis in die Aggregate erster Ordnung, wenn der Äther dünn genug ist; bis in die freifliegenden Amere, wenn er noch dünner wird. Die Auflösung kann rasch erfolgen, sowie auch die erste Gestaltung in kurzer Zeit erfolgt sein kann. Wir müssen nicht in allen Resten einer ehemaligen Gestaltung Stoffe erblicken, die noch innerhalb dieses Systemes entwicklungsfähig sind oder ihre Entwicklung nachholen werden.

VI. Ist es möglich, die Elektrizitätshypothesen monenergetisch zu formen?

51. Die keraunische Materie.

Die Erscheinung des Blitzes und des Blitzschlages legte den Gedanken nahe, eine Materie anzunehmen, die weit feiner als die chemische und gröber als die Lichtmaterie sei.

Diese hypothetische Materie bedarf zunächst eines kurzen Namens. Das griechische Wort ἀστραπή (und ἀστράπτει) bedeutet nur das optische Phänomen des Blitzes und des Wetterleuchtens; βροντή (und βροντᾷ) bedeutet nur das akustische des Donners; κεραυνός (und κεραυνοῖ) hingegen bedeutet das optische Phänomen zusammen mit dem akustischen und der mechanischen Wirkung (κεραύνωσις). Es empfiehlt sich daher diese Materie die *keraunische* zu nennen.

Der Ausdruck „elektrische“ Materie ist auch brauchbar, aber nicht streng genommen mustergültig. Elektrisch ist eigentlich die chemische Materie, und zwar dann, wenn sie von der keraunischen eingehüllt wird, und dadurch jene Tatsachen möglich macht, die man die Tatsachen der Elektrizität nennen kann.

Bereits *Franklin*, der Urheber der Vorstellung jener Materie, die ich hier die keraunische nenne, vermutete eine wirkliche, unsichtbare und unwägbare Flüssigkeit, von der jeder Körper eine normale Ladung besitze. Wird die Ladung eines Körpers vergrößert, so ist er nach Franklin elektrisch positiv geladen. Wird die Ladung unter das Normale verringert, so ist er negativ geladen. Der Funke bedeutete bereits nach Franklin die Ausgleichung einer positiven mit einer negativen Ladung, wobei der Funke von positiv nach negativ springt. Das heißt, nach Franklin springt der Überschuß über das Durchschnittliche in der Form eines Funkens vom Orte, wo viel ist, nach dem Orte, wo wenig ist.

Die keraunische Materie dürfte am vorteilhaftesten als ein natürliches Mittelglied zwischen der chemischen Materie und der Lichtmaterie konstruiert werden können.

Den Lichtatomen würden die keraunischen Einheiten insofern ähnlich sein, als sie ebenso wie diese nicht Uratome, sondern Aggregate aus Ameren wären. Es bleibt noch immer die Möglichkeit offen, die Einheiten der Lichtmaterie entweder als sehr schnelle Prothyleinheiten oder aber als sehr schnelle Atomogene zu konstruieren. Höhere Aggregationsstufen erreicht die Lichtmaterie nicht. Es gibt keine Lichtelemente, keine Lichtmoleküle und keine Lichtflüssigkeiten. Dasselbe wird auch von der keraunischen Materie angenommen werden können. Höchstens die Kugelblitze legen den Gedanken nahe, daß hier eine Aggregation höherer Stufe mit verringerter Eigengeschwindigkeit vorübergehend erreicht und mitunter unter Explosion wieder aufgegeben wird, mitunter auch langsam wieder entschwindet. Als gemeinsame Ursache der mangelnden Aggregationsfähigkeit kann die große Eigengeschwindigkeit dieser niederen Aggregate gelten, die das Zusammenbleiben zu höheren Aggregaten verhindert.

Sich selbst im freien Uratomenäther überlassen werden die keraunischen Einheiten große Kugeln formen; größer als die chemischen Gaskugeln und weit kleiner als die Kugeln der Lichtmaterie, die ganze Sternensysteme in sich zu enthalten vermögen. Die Kugelform kommt dadurch zu stande, daß die einzelne Einheit, die man kurzweg das keraunische Atom nennen kann, von den nächsten Einheiten so gut wie gar nicht in der Eigenrichtung beeinflußt wird, wohl aber von der Summe aller übrigen. Die chemischen Gasmoleküle sind langsamer als die keraunischen Atome, daher sind sie auch dichter gehäuft, und die Atmosphäre ist niedriger als die Elektrosphäre.

Die keraunischen Atome sind langsamer als die Atome der Lichtmaterie. Daher bleiben sie an die chemischen Aggregate als keraunische Hüllen gebannt, während die Lichtatome durch die chemische Materie zwar in den Bahnen verändert, aber nicht festgehalten werden können, da sie durch ihre große Schnelligkeit nach jedem Stoße entkommen.

Das Vorbild der „keraunischen Hülle“ oder der „Elektrosphäre“ ist die Atmosphäre. Sowie die Gasmoleküle unserer At-

mosphäre eine große Beweglichkeit besitzen, ohne den Planeten zu verlassen, so können auch die keraunischen Atome, aus denen die keraunische Hülle eines chemischen Ameres bestehen mag, in den verschiedensten Richtungen vom und zum Amere bewegt sein, ohne durch diese Bewegungen dem Amere verloren zu gehen. Ein keraunisches Atom wird durch ein anderes und schließlich durch die Uratome zur Rückkehr gebracht werden. Hin und wieder mag ein keraunisches Atom für immer flüchtig werden; dafür stellt sich ein anderes ein, das anderswoher entflohen ist. Die kleinen keraunischen Atome gehören zu dem großen chemischen Amere, ohne an ihm bewegungslos zu haften.

Das chemische Aggregat erster Ordnung hat eine Elektrosphäre, die sich aus den keraunischen Hüllen seiner Amere zusammensetzt. Ebenso hat das Atomogen seine keraunische Hülle, die sich aus den Hüllen seiner Prothyleinheiten zusammensetzt; ebenso das Atom, das Gasmolekül, das Flüssigkeitsmolekül, das Aggregat sechster Ordnung und der feste Körper. Auch der gesamte Planet hat als Agglomerat seine große keraunische Hülle. Jede Wolke hat ihre Elektrosphäre.

Bei der Aggregation können zwei Teilchen eines Aggregates ihre keraunischen Hüllen verfließen lassen und auch getrennt haben, je nach der Entfernung der Teilchen voneinander und der Höhe der Elektrosphäre der einzelnen Teilchen. Mit der Innenbewegung der Teilchen hängt es auch zusammen, daß die keraunischen Hüllen periodisch getrennt und verflossen sein werden.

Der gesamte Planet wird nicht nur eine Atmosphäre, sondern auch eine Elektrosphäre besitzen, die bedeutend höher ist als die Atmosphäre. Der gesamte Planet wird in eine keraunische Kugel eingetaucht und von keraunischer Materie bis ins Zentrum durchdrungen sein.

Ein keraunisches Atom, das der Hülle eines chemischen Körpermoleküles angehört, wird daher gleichzeitig auch der gemeinsamen Elektrosphäre des Planeten angehören. Hingegen wird es viele keraunische Atome geben, die zwar der Elektrosphäre des Planeten überhaupt angehören, aber keinem chemischen Aggregate insbesondere. Diese Atome kann man die relativ freien keraunischen Atome nennen. Jede Elektrosphäre einer

Wolke, eines festen Körpers, eines Körpermoleküles, eines Atomogenes ist nur ein Verdichtungsbezirk in der gemeinsamen Elektrosphäre des Planeten.

Alle Entladungen erfolgen entweder von einem Verdichtungsbezirke in einen anderen hinüber, oder von einem Verdichtungsbezirke in die gemeinsame freie Elektrosphäre hinaus.

Die Größe der Elektrosphäre eines Aggregates ist infolge der Innenbewegung periodisch veränderlich. Befinden sich die Teilchen eines Aggregates im Maximum der Annäherung, so werden sie eine kleinere Elektrosphäre festzuhalten vermögen als im Maximum der Entfernung. Es ist das im wesentlichen das Problem der Veringerung der keraunischen Ladungsfähigkeit durch die Oberflächenverkleinerung.

Durch die Annäherung der kleinen Träger von Elektrosphären wird ein Teil der keraunischen Hülle überschüssig oder frei. Man kann von einem solchen Systeme von Trägern sagen, es sei in dieser Phase elektrisch positiv geladen. Wird der Überschuß entfernt, so ist das System für diese Phase normal geladen. Durch gegenseitige Entfernung der Träger wird das System befähigt, in der entgegengesetzten Phase keraunische Materie festzuhalten, wenn ihm eine solche von irgendwoher zugeführt wird. Das System ist in dieser Phase elektrisch negativ geladen. Zwischen diesen beiden Phasen befindet sich eine andere, in der dieses System weder überladen noch aufnahmsfähig ist; es hat die ihm für diese Phase angemessen große Elektrosphäre, es ist in dieser Phase elektrisch neutral geladen.

Die Ladungsfähigkeit hängt nicht nur von der Oberfläche ab, sondern auch von der Zahl der Atomogene im Aggregate. Die Zahl der Atomogene gibt die Möglichkeit, die keraunischen Atome festzuhalten, und die Oberfläche gibt den Platz, die festgehaltenen unterzubringen. Daher ist das Maximum der Ladungsfähigkeit für eine gegebene Atomogenenzahl erreicht, wenn für diese Zahl das Maximum der Oberflächenentwicklung besteht; für eine gegebene Oberfläche aber, wenn das Maximum der umhüllbaren Atomogenenzahl untergebracht ist.

Jedes chemische Aggregat bewegt sich periodisch infolge seiner Innenbewegung zwischen einer Phase der keraunischen Überladung und einer Phase der keraunischen Aufnahmsfähigkeit

rasch hin und her. Liegen die Extreme nahe aneinander, und zieht das System den eigenen frei gegebenen Überschuß in der nächsten Phase des Mangels wieder ein, so erscheint das System für die Sinnenfälligkeit als konstant neutral.

Ist das System auch in der Phase der kleinsten Aufnahmsfähigkeit noch aufnahmsfähig, so kann es elektrisch negativ geladen genannt werden. Hat es auch in der Phase der größten Aufnahmsfähigkeit noch einen Überschuß abzugeben, so kann es elektrisch positiv geladen genannt werden. Da der absolute Überschuß überhaupt nicht festgehalten wird, so handelt es sich hier um eine Ladung, die an ein aufnahmsfähiges System abgegeben wird.

Man unterschied ursprünglich die Reibungselektrizität oder das von Franklin angenommene Fluidum, ferner den Galvanismus und den Faradismus.

Franklinisch kann die keraunische Materie genannt werden, sofern es sich um die Erscheinungen handelt, die durch einen mit Flanell geriebenen Glasstab hervorgerufen werden; ferner, wenn es sich um die Erscheinungen des Blitzes handelt. In diesen und ähnlichen Fällen haben wir eine translatorische Bewegung eines Quantums frei gewordener keraunischer Materie aus der keraunischen Hülle eines chemischen Systemes heraus in die keraunische Hülle eines anderen hinein.

Galvanisch heißt zum Beispiel der elektrische Strom (Gleichstrom) der in einem Drahte entsteht, wenn eine Zink- und eine Kupferplatte, ohne sich unmittelbar zu berühren, in eine angesäuerte Flüssigkeit getaucht werden, und die Platten an den aus der Flüssigkeit herausragenden Flächen durch einen Draht verbunden werden. Hier handelt es sich um die translatorische Bewegung keraunischer Materie von einem Teile eines chemischen Systemes in einen anderen desselben Systemes.

Zwischen franklinischer und galvanischer Elektrizität besteht der Unterschied eigentlich nur in der Baustufe, die die keraunische Materie abgibt. Im galvanischen Stromkreise springt frei werdende keraunische Materie von einem Moleküle des Drahtes zum anderen, während der gesamte Draht nichts frei gibt. Der gesamte Vorgang ist eine translatorische keraunische Bewegung vom Standpunkte des Moleküles und eine keraunische Innen-

bewegung vom Standpunkte des Drahtes. Der Galvanismus ist die Wiederholung des Franklinismus auf der niederen Baustufe.

Faradisch (Faraday) heißt der Strom (Wechselstrom) der in einer Magnetspule entsteht, die in einem elektrischen Felde bewegt wird, wenn der Strom seine Richtung bald vorwärts bald rückwärts mit außerordentlicher Geschwindigkeit ändert. Hier handelt es sich um die Störung der Innenbewegung der Elektrosphäre eines Systemes durch die Innenbewegung eines anderen, die bis zur Durchkreuzung nahe gebracht wird.

Diese Unterscheidungen greifen nur die wichtigsten Äußerungen der keraunischen Vorgänge heraus, die alle an einer und derselben keraunischen Materie möglich sind.

52. Bindung und Influenz der Elektrizität. Die Temperatur der keraunischen Materie.

Die Leydner Flasche scheint ein Hinweis darauf zu sein, daß man gut tut, positive und negative keraunische Atome zu unterscheiden. Die positive Ladung des inneren Belages zieht die negativen Atome des äußeren Belages an und stößt die positiven ab. Werden die positiven abgeleitet, so sind beide Beläge scheinbar neutral; bringt man die Beläge durch Konduktoren zur Annäherung, so springt von dem positiv geladenen Konduktor ein Funke auf den negativ geladenen. Die entgegengesetzten Ladungen waren also nur gebunden.

Diese dualistische Erklärung kann durch eine einfachere ersetzt werden, und zwar durch die Beachtung der keraunischen Temperatur.

Der innere Belag der Leydnerflasche werde positiv geladen. Das isolierende Glas verhindert den Übertritt des Überschusses an keraunischer Materie.

In den Elektrosphären der Zinnmoleküle des inneren Belages sind jetzt in der Raumeinheit übernormal viele keraumische Atome enthalten. Wird in ein Gefäß mehr Gas hineingepreßt, so steigt die Dichte, der Druck und die Temperatur des Gases. Was für das Gas das Gefäß ist, das ist für die keraunische Materie der Umriß der Elektrosphäre, der von der chemischen Materie bestimmt wird, die die keraunischen Atome durch ihre Radiationen

festhält. Ebenso bedarf auch unsere Atmosphäre keines Gefäßes, um durch die Erde festgehalten zu werden. Nehmen wir an, die Atmosphäre wäre nicht gesättigt, so könnte eine neue Gasmenge aus dem Weltall in die Atmosphäre einbezogen werden (analog der positiv elektrischen Ladung eines chemischen Aggregates). Die Atmosphäre würde dadurch nicht nur höher, sondern auch dichter. Lassen wir durch die Rotation einen Teil des Zuwachses verloren gehen, so bleibt noch immer ein Zuwachs zur Dichte.

Die normale elektrische Ladung bedeutet nicht die elektrische Sättigung, sondern eben nur jene Ladung, die sich aus der Versorgung aller Aggregate aus einem gemeinsamen Vorrate ergibt.

Wenn die Zahl der Gasmoleküle in der Volumseinheit vermehrt wird, so steigt also die Dichte, der Druck und die Temperatur. Dasselbe gilt auch von der keraunischen Materie, die gleichfalls ein feines Gas ist. Die Temperatur der keraunischen Hüllen des inneren Belages wird bei einer positiv elektrischen Ladung hoch sein. Diese Temperatur ist natürlich begrifflich und sachlich von der Temperatur der Zinnmoleküle verschieden. Eine Überleitung dieser Temperatur wird einer gewissen Zeit bedürfen.

Nun gehen wir zur isolierenden Glasschichte über. Die Glasmoleküle sind schlechte Elektrizitätsleiter. Sie werden nicht leicht ein Zuwachs an keraunischer Materie durch äußeren Zwang annehmen, aber auch nicht leicht keraunische Materie durch äußeren Zwang abgeben. Bei einem schlechten Leiter müssen die Ursachen der Aufnahme oder Abgabe in einer strukturellen Anordnung der chemischen Materie des schlechten Leiters selbst gesucht werden.

Das Glas wird also die überschüssige keraunische Materie des inneren Belages nicht aufnehmen oder nur einen kleinen Teil aufnehmen, ohne ihn weiterzuleiten. Hingegen ist auch der schlechteste Leiter nicht davor geschützt, daß seine keraunischen Hüllen durch ein benachbartes System erwärmt werden. Ein luftdicht geschlossener Ballon kann ebenfalls nicht verhindern, daß das eingeschlossene Gas, das nicht entweichen kann, erwärmt wird, wenn die Wände des Ballons die Wärme leiten.

Hier aber gibt es nicht einmal Wände, denn die heiße Elektrosphäre des inneren Belages erwärmt unmittelbar die Elektrosphäre der Isolierschichte, und wird dadurch selbst weniger heiß.

Die Isolierschichte erwärmt wiederum die Elektrosphären des neutral geladenen äußeren Belages.

Sowie nun eine Gasmenge durch Erwärmung innerhalb eines konstanten Gefäßvolumens den Druck erhöht, so steigt auch durch die Erhöhung der keraunischen Temperatur der Druck in den Elektrosphären des äußeren Belages. Bei Annäherung eines ableitenden Konduktors wird ein Teil der keraunischen Materie entweichen. Der äußere Belag erscheint elektrisch positiv geladen, und die positive Ladung läßt sich ableiten.

In Wirklichkeit wurde dem äußeren Belage kein neues Quantum keraunischer Materie zugeführt. Sowie ein Ventil dadurch geöffnet werden kann, daß mehr Gas in dasselbe Volumen gepreßt wird, aber auch dadurch, daß dieselbe Gasmenge im selben Volumen erhitzt wird, so kann der elektrische Funke dadurch erzeugt werden, daß mehr keraunische Materie im selben Raume gehäuft wird, aber auch dadurch, daß dieselbe keraunische Menge keraunisch erhitzt wird.

Der äußere Belag erscheint nach der Ableitung der positiven Elektrizität normal. Er ist aber nicht normal, sondern enthält eine abnorm kleine Quantität keraunischer Materie von abnorm hoher Temperatur. Dadurch wird die Funkenerzeugung ebenso eingestellt, als hätte er eine normale Ladung von normaler Temperatur.

Der innere Belag, dessen keraunische Temperatur durch die Ladung erhöht wurde, erfährt nun dadurch, daß der Isolator keraunische Wärme abnimmt und an den äußeren Belag weitergibt, eine Verminderung der keraunischen Temperatur. Er gibt so lange diese Art Wärme ab, bis die keraunische Temperatur dem keraunischen Drucke entspricht, wobei sie unter den normalen Stand sinkt. Dadurch wird auch der innere Belag scheinbar neutral. In Wirklichkeit hat er in seinen Elektrosphären eine abnorm große Quantität keraunischer Materie von abnorm niederer Temperatur. Diese Kombination ist zur Funkenerzeugung so wenig geeignet wie eine normale Quantität von normaler Temperatur.

Diese kompensierenden Kombinationen kann man die gebundene elektrische Ladung nennen. Eine wirkliche Bindung findet aber nicht statt.

Wird die Ladung des inneren und des äußeren Belages durch den Entlader genähert, so stehen sich zwei Ladungen gegenüber, von denen die eine einen abnorm hohen, die andere einen abnorm niederen keraunischen Druck (Spannung) besitzt. Der Funke springt daher aus der Elektrosphäre hohen Druckes in die Elektrosphäre negativen Druckes. Die Druckgegensätze werden durch das überspringende Quantum ausgeglichen, weil dadurch die Dichten ausgeglichen werden.

Die Isolierschichte verliert nicht sofort mit der Entladung ihre erhöhte keraunische Temperatur. Sie verhält sich hierin wie ein schlechter Wärmeleiter für die chemische Materie. Daraus erklärt sich das elektrische Residuum. Es kann nachträglich eine zweite, dritte und vierte Entladung erfolgen. Die höhere keraunische Temperatur der Isolierschichte erwärmt nachträglich die zwei Beläge von gleicher Temperatur in geringerem Grade, wodurch sie wieder entladungsfähig werden. Von dem äußeren Belage wird der Überschuß abgeleitet, und die Elektrizität ist abermals „gebunden“. Das geht so lange fort, bis auch die keraunische Temperatur der Isolierschichte auf den normalen Grad gesunken ist.

Den Begriff der Temperatur darf man nicht bloß auf die chemische Materie, sondern allgemeiner anwenden. Was für das molekularisierte chemische Gas gilt, gilt für alle Gase, auch für das keraunische, oder die allgemeinen Eigenschaften der Gase gelten nirgends. Sie sind nämlich von der ganz allgemeinen Voraussetzung abgeleitet, daß ein Teilchen einer Menge nicht durch die einzelnen nächsten, wohl aber durch die Summe aller anderen in seinen Bewegungen bestimmt werde.

Da nun der Temperaturwechsel der keraunischen Materie in den Elektrosphären zur Erklärung der Bindung der Elektrizität in der Leydnerflasche und zur Erklärung der „induzierten“ Ladung ausreicht, so wird eine dualistische Erklärung überflüssig.

Die keraunische Temperatur müßte auch dann angenommen werden, wenn man nicht wüßte, ob man sie irgendwo zur Erklärung einer Erscheinung werde benützen können.

53. Nicht zwei Klassen keraunischer Atome.

Es ist nicht erforderlich, daß die keraunischen Atome in anziehende und in abstoßende, in positive und in negative oder sonstwie in zwei verschiedene Klassen gebracht werden.

Es ist noch weniger erforderlich, den keraunischen Atomen überhaupt Kräfte neuer Art beizulegen, die die chemischen Prothyleinheiten nicht auch hätten. Es ist nicht erforderlich, von der keraunischen Materie eine Art Belebung der chemischen zu erhoffen, wie dies bei den Elektronen der Fall ist, die man schließlich zur Erklärung des Chemismus heranzieht, wenn man die chemische Materie vorher zu todschlächtig konstruiert hat. Die chemischen Prothyleinheiten sind schließlich Aggregate aus großen Ameren, und die keraunischen Atome sind Aggregate aus kleinen Ameren. Die Eigenschaften der einen müssen auch als Eigenschaften der anderen angenommen werden. Die Eigenschaften ergeben sich aus der Aggregation von Ameren und aus den freien Uratomen, die alle miteinander bei ihren Berührungen nur dem einen Urstoßgesetze folgen.

Die keraunischen Atome werden durch die frei fliegenden Uratome gegeneinander und gegen die Aggregate der chemischen Materie gravifiziert werden, wie die Aggregate der chemischen Materie gegeneinander und auch wie die großen Amere der chemischen Materie gegeneinander.

54. Chemische Materie kann durch keraunische bewegt werden.

Das große Quecksilbermolekül kann im Barometer durch die Stöße der kleinen Gasmoleküle der Atmosphäre emporgetrieben werden. Das kann polyenergetisch durch die lebendige Kraft und auch durch die große Zahl der Stöße erklärt werden; monenergetisch nur durch die große Zahl der Stöße.

Analog wird man nicht annehmen können, daß ein einzelnes keraunisches Atom die Bahn eines chemischen Atomogenes um einen nennenswerten Betrag durch einen einzelnen Stoß zu drehen vermöge. Hingegen können viele Stöße keraunischer Atome auf dasselbe chemische Atomogen wiederholt und dadurch konzentriert dieses erheblich in der Bewegung beein-

flussen, weil die geringen Bahndrehungen der einzelnen Stöße immer im selben Sinne addiert werden.

Das keraunische Atom wird sich bei der Annäherung gegen ein chemisches Atomogen nicht wesentlich anders verhalten als ein sehr kleines chemisches Aggregat niederer Ordnung. Es wird sein führendes Element in die Richtung zur Umkehr drehen, bevor es noch zu einer wirklichen Berührung kommt. Die führende Prothyleinheit des chemischen Atomogenes wird gleichfalls zur Richtung der Umkehr hin gedreht werden. Da aber die Drehung weit langsamer erfolgt, so wird die neue Richtung des Atomogenes nur einen kleinen Winkel mit der Richtung vor dem sogenannten Stoße gebildet haben, wenn die Drehung infolge der Entfernung des keraunischen Atomes schon wieder aufgehört hat. Das keraunische Atom entkommt dem Banne des Atomogenes, aber nicht dem Banne der Summe aller keraunischen Atome und der Summe aller Atomogene des Atomes. Es bleibt der Elektrosphäre dieses Systemes erhalten.

Die Stoßwirkungen der keraunischen Atome werden dann besonders ausgiebig sein, wenn es sich nur um die Drehung eines chemischen Aggregates, etwa eines Körpermoleküles weichen Eisens um eine Molekülachse durch den Erdstrom handelt.

Die Bewegung der chemischen Materie durch die keraunische hat eine große Ähnlichkeit mit der Bewegung der chemischen Materie durch die Uratome im Sinne der Schwere.

Man wird bei den Erklärungen hauptsächlich auf eine ungleiche Verteilung der stoßenden keraunischen Atome im Raume Rücksicht nehmen müssen.

Diese ungleiche Verteilung wird in dem einen Falle durch eine ungleiche Verteilung der keraunischen Dichte herbeigeführt werden. In der einen Raumeinheit sind für den Zeitpunkt weniger keraunische Atome enthalten als in der anderen. Man kann mitunter geradezu von der Erzeugung eines keraunischen Vakuums sprechen.

In einem anderen Falle wird die ungleiche Verteilung der Stöße nicht von der Dichte, sondern von der Strömung der keraunischen Atome in der Raumeinheit herrühren. Wenn in der Raumeinheit alle keraunischen Atome nach derselben Richtung fliegen, so wird eine gewisse Fläche in der Raumeinheit die

meisten Stöße empfangen, und eine darauf senkrechte Fläche in derselben Raumeinheit keine Stöße.

Führt man einem noch aufnahmsfähigen Systeme frei gewordene keraunische Materie zu, so werden die Elektrosphären sämtlicher Teile des Systemes dichter und größer. Die Elektrosphären drängen sich gegenseitig auseinander und nehmen dabei die umhüllten Teilchen chemischer Materie mit sich. Entzieht man einem Systeme einen Teil der keraunischen Materie, so werden die Elektrosphären dünner und kleiner. Die umhüllten chemischen Teilchen, die früher passiv auseinander geschoben wurden, werden jetzt durch die eigenen Radiationen oder aktiv zusammenrücken. Eine Wolke kann in dieser Weise zu Regen verdichtet werden.

Führt man den Goldblättchen eines Elektroskopes frei gewordene keraunische Materie zu, so können die dichter gewordenen Elektrosphären der Goldmoleküle diese selbst nicht auseinander drängen. Aber das ganze Goldblättchen hat eine keraunische Gesamtsphäre, die sich aus der Verfließung der Elektrosphären sämtlicher Moleküle dieses Blättchens ergibt. Diese Gesamtsphäre wird dichter. Würden sich die Goldmoleküle desselben Blättchens nicht so stark gegenseitig gravifizieren, wie sie es in Wirklichkeit tun, so könnte man durch fortgesetzte Zuführung positiver Ladung das Goldblättchen in einen Goldnebel auflösen. Hingegen drängen sich zwei Goldmoleküle, die verschiedenen Blättchen desselben Elektroskopes angehören, dadurch auseinander, daß jedes derselben seine Elektrosphäre verdichtet. Da das alle Moleküle desselben Blättchens im gleichen Sinne tun, so drängen sich die Gesamt-Elektrosphären der Blättchen eines Elektroskopes auseinander, wobei sie ihre Träger mitnehmen.

Es erinnert das an die Verkleisterung eines Stärkekornes. Hier wird angenommen, daß die Stärkemoleküle sich mit Wasserhüllen umgeben. Werden die Wasserhüllen sehr groß, so treiben die Wasserhüllen sich gegenseitig auseinander, wobei sie die Stärkemoleküle mitnehmen. Nicht die Stärkemoleküle stoßen sich ab, und das Wasser dringt in die Zwischenräume, sondern die Stärkemoleküle ziehen das Wasser an, und drängen sich dadurch selbst mittelbar auseinander. Vergleicht man ein Stärke-

molekül mit einem Goldblättchen und das Wasser mit der keraunischen Materie, so hat man ein Gleichnis der Abstoßung chemischer Materie durch starke oder „positive“ keraunische Ladung.

Gehen wir vom Goldblättchen über zu einer Regenwolke. Die Regenwolke besteht aus kleinen Wassertröpfchen. Jedes Wassertröpfchen, das aus vielen Wassermolekülen besteht, können wir mit einem Goldblättchen eines Elektroskopes vergleichen, das aus vielen Goldmolekülen besteht. Durch Zufuhr keraunischer Materie in die Elektrosphären der Wassertröpfchen drängen diese Tröpfchen sich selbst mittelbar auseinander, und die Verdichtung der Wolke zum Regen wird aufgehalten.

Durch Entziehung eines Quantums keraunischer Materie werden die Elektrosphären der Wassertröpfchen dünner und unwirksamer. Die Wassertröpfchen fallen gegeneinander wie die Blättchen eines Elektroskopes und die Wolke verdichtet sich zum Regen. Die Entziehung eines hinreichenden Quantums keraunischer Materie kann in der Form eines Blitzes erfolgen.

In dem Blitzschlage von einer Wolke zur Erde hinab scheint eine große Anzahl keraunischer Einheiten aus den Elektrosphären der Wassertröpfchen der Wolke frei zu werden. Diese frei fliegenden Einheiten werden in aufnahmsfähigere Systeme an der Erdoberfläche einbezogen. Dadurch können bedeutende mechanische Wirkungen gesetzt werden, die der Wirkung von zahlreichen unsichtbar kleinen Geschossen zu vergleichen sind. Die keraunische Materie wird vorübergehend nur relativ frei. Das Überspringen der keraunischen Materie vollzieht sich in derselben gemeinsamen Elektrosphäre des Planeten nur von einem Verdichtungsbezirke in den anderen.

Die Entziehung eines Quantums keraunischer Materie kann die Ursache des Zusammenrückens der Wassertröpfchen werden. Umgekehrt kann wiederum die Abkühlung die Ursache der fortschreitenden Kondensation sein, wodurch keraunische Materie überschüssig und ausgetrieben wird. Beide Ursachen können abwechselnd vorkommen. Bei der Umkehrbarkeit dieser Beziehung wird es noch einige Zeit dauern, bis in den modernen Regenhypothesen eine Anschauungsweise zur bestimmten Vorherrschaft gelangt; vorausgesetzt, daß es überhaupt notwendig sein sollte, alles aus einer einzigen Ursache zu erklären.

Eine fernere noch nicht ausgenützte Erklärungsmöglichkeit für grob mechanische Wirkungen der elektrischen Entladungen liegt darin, daß die keraunische Materie vorübergehend einen höheren Aggregationszustand annehmen kann, etwa vom prothylisierten in den atomogenisierten oder von diesem in den atomisierten übergeht, und explosionsartig in die niedere Aggregationsstufe zurückkehrt. Wenn die Atomisierung auf die Bildung des kleinsten Atomes beschränkt bleibt, so ist mit der Atomisierung als solcher noch keine Elementarisierung der keraunischen Materie verbunden.

55. Das Problem der Abstoßung chemischer Materie durch negative Ladungen.

Wird den Goldblättchen eines Elektroskopes keraunische Materie entzogen, so stoßen sich die Blättchen gegenseitig ab.

Dieser Vorgang ist das Hauptargument dafür, zwei verschiedene Klassen von Elektrizitätsatomen anzunehmen. Positiv geladene Blättchen stoßen sich ab, negativ geladene stoßen sich auch ab. Verfolgen wir die Psychologie der Annahme zweier Klassen.

Der Baustil der Natur zeigt eine größtmögliche Einerleiheit des Stoffes, wenigstmögliche Grundvorgänge, außerordentlichen Reichtum der Gliederung und größtmögliche Verschiedenheit der Endleistungen. Wollen wir daher im Baustile der Natur weiterkonstruieren, und wissen wir, was wir wollen, so empfinden wir das logische Bedürfnis, nur eine einzige Klasse von Elektrizitätseinheiten anzunehmen. Positive Ladung heißt dann eine große Menge von keraunischen Atomen in der keraunischen Hülle; negative Ladung heißt dann eine kleine Menge von keraunischen Atomen in der keraunischen Hülle. Die Voraussetzung ist einfach; die hypothetische Konstruktion ist insofern nicht einfach, als sie Einfälle erfordert, die sich nicht herbeirechnen lassen.

Wir haben neben dem logischen Bedürfnisse auch den Wunsch nach Bequemlichkeit. Es ist nicht einfacher, zwei Klassen von Elektrizitätsatomen anzunehmen, aber es ist bequemer, und nicht selten heißt das Bequemere mißbräuchlich das Einfachere.

Stoßen sich negativ geladene Blättchen ab, so ist es be-

quemer, die Hypothese zu wiederholen, die für das Positive gegolten hat, als das Alte abzuändern. Positive Blättchen stoßen sich ab, weil sie mit Einheiten *A* oder + geladen sind. Negative stoßen sich ab, weil sie mit Einheiten *B* oder — geladen sind. Es ist bequem, an den Gegensatz männlich—weiblich zu denken. Gleichnamige Größen stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an. Sind in der Hülle eines Blättchens *A* und *B* zugleich anwesend, und in gleich mächtiger Anzahl, so ist das Blättchen neutral geladen. Werden die *B* herausgezogen und durch *A* ersetzt, so ist das Blättchen positiv geladen. Werden die *A* herausgezogen und durch *B* ersetzt, so ist das Blättchen negativ geladen. Nichts ist bequemer als diese Vorstellung. Man hat zwar die Einheit des Stoffes preisgegeben, aber das wird durch die gewonnene Bequemlichkeit ersetzt. Man hat das Minimum der Gesetze preisgegeben, indem man statt mit einem Urstoßgesetze mit zwei Gesetzen arbeiten muß, mit Anziehung und Abstoßung, aber das wird durch die gewonnene Bequemlichkeit gut gemacht. Es ist auch nicht einzusehen, woran sich zwei Elektrizitätsatome als gleichnamig erkennen, um zu wissen, ob sie sich anziehen oder abstoßen sollen; da das aber keine Schwierigkeit macht, sobald wir uns die Atome als politische Parteigenossen oder sonstwie unter einem menschlichen Gleichnisse vorstellen, so ist unser Wunsch nach Bequemlichkeit erfüllt.

Sollten wir Anwandlungen von logischen Bedenken haben, so stellt sich bald ein helfendes Argument ein, das unserem Wunsch nach Bequemlichkeit die Würde eines logischen Postulates verleiht. In der Psychologie nennt man solche Einfälle ein „projektives“ Denken.

Die Goldblättchen, wird man z. B. sagen, wurden durch positive Ladung auseinander getrieben, weil zu viele keraunische Atome zwischen ihnen hin und her flogen. Nun hat man die Blättchen entladen, man hat ihren Elektrosphären keraunische Materie entzogen, und die Blättchen fielen zusammen. Zwischen den Innenflächen der Blättchen flogen zu wenig keraunische Atome hin und her, um die Blättchen auseinander halten zu können. Die Blättchen waren neutral geladen. Nun entzieht man den Blättchen neuerdings keraunische Materie. Sie sind jetzt „negativ geladen“, wie man etwa von einer leeren Schachtel

sagen kann, sie sei negativ gefüllt. Jetzt gehen die Blättchen wieder auseinander. Und das soll wieder durch dieselben keraunischen Atome besorgt werden? In der neutralen Ladung hat die Anzahl nicht mehr hingereicht, die Blättchen auseinander zu halten, und in der „negativen" soll eine noch kleinere Anzahl das leisten, was die größere Anzahl nicht mehr zu leisten vermochte? Da müssen negative Atome eingeführt werden, die jetzt dasselbe bewirken, was früher die positiven bewirkt hatten.

Will man sich die Sache bequem machen, so bleibt man bei diesem Argumente. Hat man aber Interesse für den Baustil der Natur, für die größtmögliche Einerleiheit des Stoffes, die kleinstmögliche Zahl der Eigenschaften der letzten Teilchen und die kleinstmögliche Zahl der Grundvorgänge zwischen den sich berührenden Teilchen, so kann man weiter argumentieren.

Wasser kann man bei gewöhnlichem Luftdrucke durch Wärmezufuhr zum Sieden bringen. Wasser von gewöhnlicher Temperatur kann man unter der Luftpumpe zum Sieden bringen. Das ist ein Gleichnis für die Vorgänge am Elektroskope. Führt man den Goldblättchen keraunische Materie zu, bis sie sich durch ihre Elektrosphären auseinander drängen, so gleicht dies der Erhitzung des Wassers bei gewöhnlichem Luftdrucke. Entzieht man den positiv geladenen Blättchen die überschüssige Ladung, so gleicht dies der Abkühlung des siedenden Wassers. Nun gibt es außerdem ein „keraunisches Vakuum" nach Analogie des Gasvakuums unter der Luftpumpe.

Die Goldblättchen des Elektroskopes hängen in einem schützenden Glasballon. Von den Blättchen leitet ein Metallstift nach außen in die freie Luft, und auf dem Stifte ruht eine Platte, das Tischchen des Elektroskopes. Auf das Tischchen des Elektroskopes kann eine amalgamierte Zinkscheibe gelegt werden. In dem Glasballon werden enthalten sein: frei fliegende Gasmoleküle der atmosphärischen Luft, jedes Gasmolekül umgeben von der ihm angemessenen Elektrosphäre; Lichtatome, und Uratome. Der größere Teil des Inhaltes des Glasballons wird „leerer" Raum sein. Außerdem werden sich in diesem Raume frei fliegende keraunische Atome befinden, die nicht den Elektrosphären der Gasmoleküle angehören, und auch nicht den Elektrosphären der Goldblättchen. Sie sind Einheiten aus der

gemeinsamen Elektrosphäre des Planeten, die in keinen der kleineren Verdichtungsbezirke gebannt, also relativ frei sind.

Die keraunischen Hüllen der Goldblättchen stehen unter gewöhnlichen Verhältnissen unter dem keraunischen Drucke dieser freien keraunischen Atome. Durch diesen Druck, der sich in eine Anzahl von keraunischen Stößen auflösen läßt, werden die keraunischen Hüllen oder Häute der einzelnen festen Körper dichter und kleiner erhalten.

Wird nun der amalgamierten Zinkscheibe auf dem Tischchen des Elektroskopes keraunische Materie entzogen, so teilt sich diese „negative Ladung“ oder Verdünnung der keraunischen Hüllen den Goldblättchen innerhalb des Glasballons mit. Die Goldblättchen halten sich schadlos an den frei fliegenden keraunischen Atomen des Raumes innerhalb des Ballons. Die Elektrosphären der Goldblättchen werden wiederum neutral oder nahezu neutral, der Glasballon wird aber von den frei fliegenden keraunischen Atomen evakuiert. Diese Abwesenheit frei fliegender Atome innerhalb eines gegebenen Raumes nenne ich das keraunische Vakuum. Die gebannten Elektrosphären der Gasmoleküle, die mit den Gasmolekülen wandern, bleiben im Vakuum nahezu erhalten. Sie werden in Übereinstimmung mit dem geringen Leitungsvermögen der Gasmoleküle geringfügig verdünnt sein. Die Luft innerhalb des Ballons, sowie außerhalb des Ballons um das Tischchen herum spielt eine geringfügige, aber durchaus keine entscheidende Rolle. Die „negative“, eigentlich nahezu neutrale Ladung der Goldblättchen ist verglichen mit der positiven Ladung so schwach, wie die Temperatur des unter der Luftpumpe siedenden Wassers niedrig ist verglichen mit der Temperatur des Wassers, das bei gewöhnlichem Luftdrucke siedet. So wenig das unter der Luftpumpe siedende Wasser heiß ist, weil es siedet, so wenig sind die negativ geladenen Goldblättchen normal positiv geladen, weil sie sich abstoßen. Die fast normale schwache Ladung kann nämlich im keraunischen Vakuum dasselbe für die Bewegung der Blättchen leisten, was die übernormale starke Ladung unter gewöhnlichen keraunischen Verhältnissen der Umgebung zu leisten vermag.

In dieser Weise kann man die Abstoßung durch negative Ladung ebenso erklären, wie die Abstoßung durch positive,

ohne erst die Atome in Männchen und Weibchen verwandeln zu müssen.

Wollte man das Gleichnis noch weiterspinnen, so könnte man sagen, die negativ geladenen Blättchen gleichen einem Quantum Wasser, das die Fähigkeit hätte, durch Abkühlung in einem geschlossenen Raume die Luft zu absorbieren, die Luft chemisch zu binden, und dadurch sich selbst zum Sieden zu bringen, als befände es sich im Vakuum einer Luftpumpe.

Entzieht man der Zinkscheibe noch mehr Elektrizität, so gehen die Blättchen noch weiter auseinander. Die keraunischen Hüllen sind zwar dünner geworden, aber auch die Evakuierung des Raumes ist vollständiger geworden. Dadurch werden die keraunischen Hüllen wirksamer. Der leere Raum saugt keine keraunischen Atome an sich, wie es ein evakuiertes chemisches Aggregat tun würde. Der leere Raum sättigt sich nicht aktiv aus der Atmosphäre. Die freien keraunischen Atome sind nur der Überschuß, der nirgends in den kleinen Verdichtungsbezirken gebannt wird. Dadurch wird das Vakuum mit Leichtigkeit innerhalb des Glasballons erhalten. Der leere Raum saugt nicht durch das Tischchen des Elektroskopes hindurch die freie keraunische Materie in sich hinein. Er nimmt sie nur passiv auf, wenn sie von den positiv geladenen Blättchen ausgesendet wird.

Der Glasballon erleichtert die Entstehung eines keraunischen Vakuums, aber er ist keine absolute Bedingung der Entstehung. Das Vakuum ist auch in freier Luft möglich, wenn ein „negativ geladenes“ chemisches Aggregat da ist, das alle frei fliegenden keraunischen Atome der Umgebung in seine keraunischen Hüllen einfängt. Es erinnert das an die Erzeugung eines Gasvakuums nicht durch Auspumpen, sondern durch Absorption der Luft, und an die Austrocknung der Luft in der Umgebung hygroskopischer Substanzen.

56. Elektrische Vorgänge und keraunische Materie.

Die Annahme einer einheitlichen keraunischen Materie setzt uns in den Stand, die elektrischen Vorgänge je nach dem Stoffe, an den sie gebunden sind, scharf in drei Gruppen zu sondern und trotzdem die Beziehungen zwischen diesen drei Gruppen leicht herzustellen.

Das ursprüngliche Erregungszentrum für elektrische Vorgänge ist immer ein bewegtes Aggregat aus chemischer Materie. Von einem solchen wird zunächst die keraunische Hülle beeinflußt. Es kommt zu bestimmt geformten Innenbewegungen dieser Hülle und zu Veränderungen dieser Innenbewegung. Außerdem kann ein Quantum keraunischer Materie durch die Innenbewegung der chemischen überschüssig werden; es wird von dem chemischen Aggregate nicht mehr genügend stark gravifiziert und wandert in die keraunische Hülle eines anderen Aggregates, das noch nicht keraunisch gesättigt ist. Andrerseits kann durch einen Vorgang im chemischen Aggregate die Bedingung für die Festhaltung einer dichteren keraunischen Hülle geschaffen werden. Hier findet dann die von irgendwoher wandernde keraunische Materie eine Stätte der Aufspeicherung.

Springt ein größeres Quantum keraunischer Materie plötzlich und schnell von einem chemischen Aggregate auf ein anderes hinüber, so kann dieser Sprung der keraunischen Materie ein Erschütterungszentrum für den Lichtäther abgeben. Von diesem Erschütterungszentrum aus können Ätherstöße nach allen Richtungen des Raumes gehen. Diese Ätherstöße können dann irgendwo, wie bei der drahtlosen Telegraphie, zu der auch die Blitzregistrierung aus der Ferne gehört, eine Wirkung setzen, also einen schwachen keraunischen Strom treffen, der irgendwie durch diesen Stoß verstärkt wird und infolge der Verstärkung wiederum auf die chemische Materie elektromotorisch wirkt.

57. Geschwindigkeiten in der Elektrizitätstheorie.

Entsprechend der Dreiteilung: elektrisch erregende chemische Materie, keraunische Materie und wellenförmig fortgepflanzter Stoß auf den Lichtäther haben wir drei Geschwindigkeiten zu unterscheiden:

1. Die Geschwindigkeiten, mit denen die chemischen Atome im Moleküle hin und her gehen, und dadurch die abgebenden und aufnehmenden Phasen in den keraunischen Hüllen der Moleküle erzeugen; daran schließt sich analog die Bewegung der kleineren Teile, nämlich der Atomogene, der Prothyleinheiten und der Amere.

2. Die Geschwindigkeit der keraunischen Atome (für das einzelne Atom in seiner freien Wegstrecke).

3. Die Geschwindigkeit, womit der Ätherstoß im Äther weitergegeben wird. Diese ist gleich der Geschwindigkeit der Lichtwelle über 300000 km, nämlich 305684·636 km in der Sekunde, nach Michelson 299940 km.

Dazu kommen noch Geschwindigkeiten, die experimentell ermittelt werden, und die erst auf Grund einer Hypothese gedeutet werden können. So vergeht z. B. eine gewisse Zeit zwischen dem Stromschlusse im Orte A einer Strombahn und einer elektromotorischen Wirkung im enfernten Orte B derselben Strombahn. Die Geschwindigkeit, mit der diese zwei Vorgänge aufeinander folgen, ist nicht selbstverständlich auch die Geschwindigkeit, mit der sich ein keraunisches Atom durch die Elektrosphäre der gesamten Bahn hindurchbewegt. Die Bahnen der keraunischen Atome, die diese Wirkung vermitteln, können sehr kompliziert sein.

Die keraunischen Atome gewinnen nicht beim Sprunge von einem Systeme in ein anderes eine größere Geschwindigkeit. Sie behalten die Geschwindigkeit, die sie schon innerhalb der Elektrosphäre hatten; sie verwandeln nur ihren Zickzackweg in einen anderen mit großer freier Weglänge.

Große Schwierigkeiten macht die Deutung der Ermittelung der Geschwindigkeit der Elektrizität in einem Kupferdrahte durch Wheatstone mit dem Ergebnisse von 450000 km in der Sekunde. Diese Geschwindigkeit wäre anderthalbmal so groß wie die Geschwindigkeit der Fortpflanzung der Lichtwelle und auch des Ätherstoßes in der drahtlosen Telegraphie.

Wenn die Geschwindigkeit der Fortpflanzung des elektrischen Ätherstoßes nur rund 300000 km beträgt, so kann sie, wie Kirchhoff betonte, in widerstandleistenden Drähten nur kleiner sein. Daraus geht hervor, möchte ich sagen, daß im Kupferdrahte Wheatstones keine Ätherstöße fortgepflanzt wurden. Es ist überhaupt schwer vorzustellen, wie die geradeaus strahlende Wellenbewegung des Äthers den Windungen des Kupferdrahtes folgen soll. Der Äther klebt doch nicht an der chemischen Materie wie eine Ätherhaut. Man kann keraunische Hüllen und keraunische Sphären neben Lufthäutchen und Atmosphären an-

nehmen, aber Äthersphären sind doch nicht konstruierbar. Dazu sind die Ätheratome zu schnell und zu klein; auch würde dann das Licht zwischen den Sonnensystemen nicht wandern können, weil der ätherleere Raum zwischen den Äthersphären der Sonnensysteme kein Licht leitete. Wenn aber noch Äther zwischen den Systemen übrig bliebe, dann müßte der Gang des Lichtes merklich verändert sein, weil jeder Himmelskörper ein Ätherverdichtungszentrum für einen Ätherverdichtungsbezirk darstellt.

Betrachten wir die Versuchsanordnung bei Wheatstone. Vom äußeren Belage einer Flasche ging ein kurzer Draht zu einer Kugel Nr. 1; nahe daran war die Kugel Nr. 2, so daß von 1 nach 2 ein Funke überschlagen konnte. Von der Kugel 2 führte ein 402 m langer Draht in isolierten Windungen zur Kugel 3; von dieser konnte ein Funke zu einer Kugel 4 überspringen; von hier führte abermals ein 402 m langer Draht zu einer Kugel 5; von dieser konnte ein Funke zu einer Kugel 6 überspringen. Von der Kugel 6 führte ein kurzer Draht zum Knopfe des inneren Belages der Flasche. Bei der Entladung der Flasche gab es also drei Funken, die bei der geradlinigen Anordnung der Kugeln in eine Linie kamen. Diese Funken waren, in einem Spiegel betrachtet, wiederum in einer Linie nebeneinander. Wurde der Spiegel in Drehung versetzt, so erschienen bei 800 Drehungen in der Sekunde die beiden seitlichen Funken in gleicher Höhe, der mittlere aber etwas aus der gleichen Linie hinausgeschoben. Die Verschiebung des Bildes betrug $^1/_2{}^\circ$; mithin war rechenbar, um wieviel Zeit das mittlere Bild gegen die seitlichen zeitlich verschoben war.

Was wird durch den Versuch eigentlich gemessen? Doch nur die Geschwindigkeit, mit der die Funkenbildungen aufeinander folgen. Alles andere beruht auf hypothetischen Deutungen.

Wenn wirklich längs des Kupferdrahtes von 2 nach 3 ein x gelaufen wäre, und wenn wirklich der eine Funke auf den andern wartete, bis dieses x den ganzen Weg zwischen zwei Kugeln durch die Drahtwindungen zurück gelegt hat, dann hätte man die Geschwindigkeit dieses x ermittelt, indem man die Länge dieses Weges auf die Zeit bezieht. Dieses x wäre dann höchst wahrscheinlich das keraunische Atom gewesen.

Läuft aber wirklich ein solches x zwischen zwei Kugeln?

Es kann ein ganz anderer Vorgang dahinter stecken. Die Kugel 6 wird positiv geladen sein, und die Kugel 1 negativ. Durch Influenz wird 5 negativ, 4 positiv, 2 positiv und 3 negativ. Das Überspringen eines Funkens wird durch Verstärkung der Ladung negativ und positiv in 1 und 6 vorbereitet. Diese Vorbereitungen erfolgen durch Influenz gleichzeitig positiv in den Kugeln 6, 4 und 2. Springt der Funke von 6 nach 5, so muß nicht die Vorbereitung in 4 nach 3 gleichzeitig beendet gewesen sein. Noch vor der Entladung von 6 nach 5 wird die keraunische Materie von 5 nach 4 getrieben. Diese Strömung kann noch eine Weile fortdauern, bis die Anhäufung in 4 zum Sprunge reif wird. Es müssen in 4 noch einige keraunische Atome einrücken, bevor die Funkenbildung möglich wird. Diese nachrückenden Atome kommen aus der Umgebung von 4; es ist aus dem Experimente nicht zu entnehmen, ob die Nachrückung ein Meter weit von 4 im Drahte genügt, oder ob sie hundert Meter von 4 zurückgreift, oder ob die Funkenbildung in 4 nach 3 wartet, bis keraunische Atome aus 5 nach der Funkenbildung 6—5 eingetroffen sind.

Nur unter der letzten Hypothese, die eigentlich wenig für sich hat, ergibt sich die enorme Geschwindigkeit der keraunischen Atome mit 450000 km. Wahrscheinlich ist die Geschwindigkeit bedeutend geringer. Tatsache ist nur die meßbare Geschwindigkeit, mit der ein Funke auf den anderen folgt. Was das keraunische Atom betrifft, so ist nur die Zeit bekannt, nicht aber der Weg, den das keraunische Atom in dieser Zeit zurücklegt.

Schließt man eine galvanische Strombahn im Orte A und ermittelt man die Zeit einer elektromotorischen Wirkung im Orte B derselben Strombahn, so hat man ebenfalls nicht die Geschwindigkeit des keraunischen Atomes getroffen, sondern nur die Geschwindigkeit, mit der die elektromotorische Wirkung auf die Stromschließung folgt. Das keraunische Atom läuft nicht längs des Drahtes, sondern aus einer Elektrosphäre in die nächste. Die Bahnen der keraunischen Atome sind höchst kompliziert und vielfach gebrochen. Die Geschwindigkeit der keraunischen Atome wird viel größer sein als die hier ermittelten Werte. So ist die Geschwindigkeit, mit der die elektromotorische Wirkung auf den Stromschluß folgt, im Telegraphendrahte 11960 km. Das

beweist nicht, daß die keraunischen Atome diese Geschwindigkeit haben, sondern nur daß bei einer Länge von 11960 km Telegraphendraht eine Sekunde vergeht, bevor die elektromotorische Wirkung an dem einen Drahtende auf die Stromschließung an dem anderen Ende folgt.

58. Elektrisches Ladungs- und Leitungsvermögen.

Das Körpermolekül eines Kupferdrahtes ist kein festes Ding, sondern ein Spielbezirk von Aggregaten niederer Ordnung, die sich innerhalb des Umrisses dieses Spielbezirkes periodisch nähern und voneinander entfernen. Jedes Amer hat seine Elektrosphäre, ebenso jede Prothyleinheit, jedes Atomogen, jedes Kupferatom, jedes Molekül vierter und fünfter Aggregations-Ordnung. Zuletzt hat auch das Kupferdrahtmolekül als ein Aggregat sechster Ordnung und der ganze Draht als ein Aggregat siebenter Ordnung seine Elektrosphäre oder keraunische Hülle. Die keraunischen Hüllen der niederen Ordnungen sind natürlich nicht selbständige, voneinander getrennte Sphären; sie verfließen miteinander und werden dadurch zu Verdichtungsbezirken innerhalb der gemeinsamen Elektrosphäre des ganzen Drahtes.

Befinden sich alle Teile eines Kupferdrahtmoleküles oder Kupferkörpermoleküles (also eines Aggregates sechster Ordnung) zugleich in der Phase der größten Annäherung, so wird ein Teil der keraunischen Materie sozusagen ausgepreßt. Das Aggregat vermag nicht so viele keraunische Atome festzuhalten, als wenn es sich in der Phase der größten Lockerung befände. Ein Teil der Menge der keraunischen Materie ist in dieser Phase überschüssig. Das Aggregat ist bereit, diesen Überschuß abzugeben. Das Aggregat ist in dieser Phase elektrisch positiv geladen, auch wenn keine Elektrizität von außen zugeführt wurde.

Treten in der nächsten Phase alle Teile des Körpermoleküles zugleich in die größte Entfernung voneinander, so vermag das Aggregat in diesem Zustande der äußersten Lockerung mehr keraunische in die Binnenräume aufzunehmen und gewissermaßen einzusaugen, als es in einem mittleren Zustande der Dichte hätte festhalten können. Das Aggregat ist in dieser Phase elektrisch

negativ geladen, auch wenn keine Elektrizität von außen entzogen wurde.

Zwischen beiden Phasen ist das Körpermolekül weder fähig, einen Überschuß nach außen abzugeben, noch einen Zuwachs von außen her aufzunehmen. Zwischen beiden Phasen ist das Molekül elektrisch normal geladen.

Befindet sich der Kupferdraht ohne einen Anschluß an eine Elektrizitätsquelle, so werden die Körpermoleküle ihren eigenen keraunischen Überschuß periodisch wieder einziehen.

Das Vermögen, keraunischen Überschuß durch die Innenbewegung der chemischen Materie zu erzeugen, kann man auch das aktive Ladungsvermögen des Moleküles nennen. Das passive Ladungsvermögen bedeutet dann die Fähigkeit, einen Zuwachs an keraunischer Materie aufzunehmen.

Auf dem periodischen Wechsel des aktiven und passiven Ladungsvermögens beruht das Leitungsvermögen, aber auch das Vermögen, aus der Molekülstruktur heraus ohne Batterie einen sozusagen ewigen keraunischen Strom zu erzeugen, oder der natürliche Magnetismus.

Die Teile eines Körpermoleküles können so angeordnet sein, daß die Phasen der größten Zusammenziehung nicht alle Teile des ganzen Körpermoleküles zugleich treffen, sondern daß diese Phasen wie in einem Kreise geschlossen an den verschiedenen Teilen des Aggregates sechster Ordnung nacheinander ablaufen. Wir haben es dann nicht mit einer Phase des Körpermoleküles oder eines Aggregates sechster Ordnung zu tun, sondern mit den Phasen der Aggregate fünfter, vielleicht auch nur vierter Ordnung, die als die Teile des Körpermoleküles in diesem enthalten sind.

Vergleichen wir das Ziffernblatt unserer Taschenuhr mit einem Eisenkörpermoleküle und die Ziffern mit Körpermolekülteilen (Aggregaten höchstens fünfter Ordnung) die vom Standpunkte der chemischen Nomenklatur noch immer als Moleküle zu bezeichnen sind. Wenn 12 in der Phase der aktiven Ladungsfähigkeit ist, sei 6 in der Phase der passiven Ladungsfähigkeit; 3 und 9 sind zu dieser Zeit normal oder besser gesagt im mittleren Zustande.

Der Überschuß in 12 wird von 6 aufgenommen werden. Dadurch entsteht eine Wanderung keraunischer Materie oder ein

keraunischer Strom diametral in der Richtung von 12 nach 6. Nun komme 1 in die aktive, und 7 in die passive Phase. Der Strom geht jetzt geradlinig im Durchmesser des Ziffernblattes von 1 nach 7. Indem nun das Maximum der aktiven Ladungsfähigkeit im Sinne des Uhrzeigers wandert, entsteht ein keraunischer Strom, der für den Zeitpunkt geradlinig ist und für die Zeitstrecke sich um den Mittelpunkt des Ziffernblattes so lange dreht, als das Eisenkörpermolekül existiert. Es entsteht ohne Batterie und ohne Leitungsdraht eine sozusagen ewige keraunische Strömung oder der natürliche Magnetismus.

Dieser Magnetismus ist noch nicht die Eigenschaft eines Magnetstabes, sondern vorläufig erst nur der Magnetismus des Eisenmoleküles oder eines Aggregates sechster Ordnung. Sind die Moleküle eines Eisenstabes gleichsinnig geordnet, so zeigt sich der natürliche Magnetismus als eine Eigenschaft des ganzen Stabes oder eines Aggregates siebenter Ordnung. Wirken die Moleküle einander entgegen, so heißt der gesamte Stab unmagnetisch, während der Magnetismus der einzelnen Moleküle ungeschwächt und unverlierbar fortbesteht.

Eine andere Folge des periodischen Wechsels des Ladungsvermögens ist das Leitungsvermögen.

Die Moleküle des Kupferdrahtes werden diese Ungleichzeitigkeit der Phasen der Molekülteile entweder nicht besitzen, oder die Phasen werden nicht so regelmäßig verteilt sein.

Ist ein Kupferdrahtmolekül oder ein Kupfer-Körpermolekül zwischen zwei anderen in der Längsrichtung eines Drahtes angeordnet, und sind alle drei Moleküle zugleich in der Phase aktiver Ladungsfähigkeit, so werden sie die Überschüsse untereinander ausgleichen. Die keraunischen Atome sind in beständiger Bewegung. Es ist daher nicht möglich, die keraunischen Hüllen vor einem gegenseitigen Austausche der Atome zu schützen. Da aber die Hüllen gleich dicht sind, so wandert von dem einen Moleküle so viel keraunische Materie nach dem anderen, wie von diesem zu dem ersteren. Die keraunische Materie hat eine lebhafte Innenbewegung. Weil aber trotzdem aus der einen Hülle nicht mehr Atome in die andere wandern als umgekehrt, so sagt man in Rücksicht darauf, die elektrische Ladung habe keine Strömung, oder sie sei in Ruhe.

Schalten wir nun den Kupferdraht zwischen eine Elektrizitätsquelle und einen Ort des Elektrizitätsverbrauches geradlinig. Die Elektrizitätsquelle mag vorläufig als ein Ort charakterisiert sein, wo es relativ für den Draht immer überschüssige keraunische Materie gibt, und wo der entnommene Überschuß immer neuerdings erzeugt wird. Wie dies möglich sei, das mag uns vorläufig noch nicht interessieren. Der Ort des Stromverbrauches sei ein System, das fortwährend imstande ist, dem Drahte überschüssige keraunische Materie abzunehmen und die abgenommene Materie für den Draht verschwinden zu lassen, so daß der Draht den Ort des Verbrauches nie zu sättigen imstande sei.

Schalten wir zwischen die Quelle und den Verbrauchsort ein einziges Kupfer-Körpermolekül ein. Dieses Molekül wird in der aktiven Phase den Überschuß an den Ort des Verbrauches abgeben, und in der passiven Phase aus der Quelle neuerdings geladen werden. Das Kupfermolekül leitet die keraunische Materie aus der Quelle an den Verbrauchsort. Die keraunische Materie strömt jetzt.

Schalten wir jetzt zwischen die Quelle und den Verbrauchsort drei Kupfer-Körpermoleküle ein. Alle drei Moleküle seien zugleich in der aktiven Phase. Die Ladungen werden trotz der Gleichnamigkeit der Phasen nicht gleich dicht sein, weil die Moleküle um so besser geladen wurden, je näher sie der Quelle liegen. Bezeichnen wir zum Beispiel die keraunischen Mengen in der Quelle mit 2, in den Kupfermolekülen der Reihe nach mit 1,5, 1 und 0,5, und die Ladung am Verbrauchsorte mit 0. Das zweite Molekül würde, wenn es mit dem ersten und dritten allein in Betracht käme, die Ladung ausgleichen, und dabei die Menge 1 wieder behalten. Die keraunische Materie wäre aber insofern nicht in Ruhe geblieben, als von dem zweiten Moleküle mehr nach dem dritten gewandert wäre, als von diesem nach dem ersten; ebenso wäre von dem ersten Moleküle mehr nach dem zweiten gewandert als von diesem nach dem ersten. Im Endergebnis haben alle drei Moleküle je 1, und vom ersten nach dem zweiten ist 0,5 gewandert; ebensoviel von dem zweiten nach dem dritten. Im ersten Moleküle wird der Betrag durch den Ausgleich mit der Quelle wieder auf 1,5 erhöht, im dritten Moleküle durch den Ausgleich mit dem Verbrauchsorte wieder

auf 0,5 erniedrigt. Diese einseitige Wanderung kann der keraunische Strom genannt werden. Es ist klar, daß niemals die gesamte keraunische Materie einer Ladung in Strömung gebracht werden kann.

Es ist ferner klar, daß mit der Länge der Leitung die Strömung schwächer wird. Mit anderen Worten, mit der Länge der Leitung wächst der Widerstand, wenn man die Schwächung des strömenden Anteils fingierenderweise einen Leitungswiderstand nennen will.

Schalten wir nämlich zwischen dieselbe Quelle und denselben Verbrauchsort sieben Kupfer-Körpermoleküle ein. Die keraunische Menge bleibt in der Quelle 2 und im Verbrauchsorte 0, während sie auf die Kupfermoleküle in der Richtung von der Quelle nach dem Verbrauchsorte abnehmend verteilt ist; für sieben gleichzeitige aktive Phasen folgen die Mengen 1,75, 1,5, 1,25, 1, 0,75, 0,5 und 0,25.

Gleicht sich jetzt 1 mit den beiden Nachbarmengen aus, so ergibt sich für die drei mittleren Moleküle 1. Dabei ist aber nicht wie vorhin 0,5, sondern nur 0,25 nach derselben Richtung gewandert. Ebenso gleicht sich 1,5 mit 1 zu 1,25 aus, wobei 0,25 von links nach rechts wandert; ferner 1,75 mit 1,25 zu 1,5, wobei wiederum 0,25 von links nach rechts wandert, und endlich 2 mit 1,5. Die Quelle ergänzt sich selbst wiederum zu 2. Ebenso ergibt sich auf der anderen Seite eine Wanderung von links nach rechts zum Orte des Verbrauches. Die Menge der Ladung ist für das mittlere Molekül in beiden Fällen 1 geblieben; aber die Menge der strömenden keraunischen Materie innerhalb dieser Ladung ist auf die Hälfte gesunken, während die Zahl der Moleküle zwischen der Stromquelle und dem Verbrauchsorte auf das Doppelte gestiegen ist, wobei die Quelle inklusive und der Verbrauchsort exklusive gezählt wird.

Bei dieser Art der Leitung müssen nicht notwendig die Phasen der leitenden Körpermoleküle untereinander zusammen stimmen. Wenn ein Molekül in der aktiven Phase ist, und die beiden Nachbarmoleküle in der passiven, so werden nicht drei ungleiche Überschüsse untereinander ausgeglichen, sondern ein einziger Überschuß auf zwei Aufnahmsorte verteilt. Diese Verteilung erfolgt auch hier ungleich, weil das der Quelle nähere

Molekül weniger aufnahmsfähig ist als das entferntere. Es entsteht also ein Mehr in der Wanderung zu Gunsten immer derselben Seite, und in diesem Mehr, nicht in der Menge der Ladung, besteht eben die keraunische Strömung.

Befindet sich hingegen ein Molekül der passiven Phase zwischen zwei benachbarten in der aktiven, so empfängt dieses Molekül von immer derselben Seite her mehr als von der anderen. Es ist also unter allen Verhältnissen ein keraunischer Strom gesichert. Daher kann auch ein magnetisches Molekül, das einen Eigenstrom aus sich erzeugt, zugleich einen anderen Strom leiten, der ihm durch eine Stromquelle von außen zugeführt wird.

Je größer die Fläche des Querschnittes eines Kupferdrahtes sein wird, desto größer wird die Zahl der Körpermoleküle sein, die ein keraunisches Quantum transportieren. Bei sonst gleichen Strombedingungen wird also um so mehr strömen, je größer der Querschnitt ist. Jedes Molekül ist der Kern einer Elektrosphäre, und alle Elektrosphären eines Querschnittes verfließen zu einer gemeinsamen Sphäre, die so viele Verdichtungsgebiete hat als es Körpermoleküle gibt. Man kann die Bedingtheit der Strommenge in der Zeiteinheit durch den Querschnitt auch so ausdrücken: mit zunehmender Flächengröße des Querschnittes nimmt der Leitungswiderstand ab.

Geben wir der Strombahn die Kreisform, und biegen wir die Stromquelle und das Stromende (den Stromverbrauchsort) bis zur Berührung zusammen, und zwar so, daß die Stromquelle und das Stromende sich trotz der großen Annäherung nicht direkt kompensieren, so erhalten wir den im Kreise geschlossenen keraunischen Strom. Wie es denkbar sei, daß die Stromquelle und das Stromende sich trotz der großen Annäherung nicht direkt und sofort kompensieren, das wird später zu untersuchen sein.

Wird in die Strombahn Gas eingeschaltet, so wird das Gas schlecht leiten. Das geringere Leitungsvermögen hängt damit zusammen, daß die Wirkung eines Kupferdrahtes oder eines Aggregates siebenter Ordnung mit der Wirkung eines Agglomerates aus Aggregaten vierter Ordnung verglichen wird. Die exakte Vergleichung müßte sich eigentlich einerseits auf ein Kupfer-Körpermolekül und andrerseits auf ein Gasmolekül be-

ziehen. Es ist selbstverständlich, daß ein Agglomerat wie eine Gasmenge auch dann nicht gut leiten kann, wenn die einzelnen Gasmoleküle gut leitend sind. Die Bewegungsrichtungen der einzelnen Gasmoleküle sind derart durcheinander geworfen, daß zeitraubende Rücktransporte stattfinden. Der Querschnitt durch einen Kupferdraht enthält so und so viele Kupfermoleküle, deren jedes immer nach derselben Richtung transportiert. Ein Querschnitt durch ein Gefäß, das Gas einschließt, ist nur ein Schnitt, durch den in der Zeiteinheit so und so viele Gasmoleküle hindurchgehen, ohne darin enthalten zu bleiben, und ohne immer nach derselben Richtung zu transportieren. Die Gasmoleküle gleichen ihre keraunischen Hüllen nur im Falle der Berührung aus. Neben dieser Ausgleichung gibt es eine zweite, nämlich die Berührung der Gasmoleküle mit dem metallischen Leiter. Daher stammt die Möglichkeit des Transportes.

Es ist daher selbstverständlich, daß die beiden Beziehungen des Leitungsvermögens eines Aggregates siebenter Ordnung zur Länge und zum Querschnitte des Leiters für Gase nicht gelten, weil diese keine Aggregate siebenter Ordnung sind. Man kann nur von der Länge und dem Querschnitte des Behälters reden, worin das Gas eingeschlossen ist.

Wird ein leitendes Gas in einen Stromkreis eingeschaltet, so nimmt die Stromstärke im leitenden Gase nicht proportional zur steigenden Leistungsfähigkeit der Stromquelle zu, sondern in verringertem Ausmaße. Schließlich ändert sich die durch das Gas zu leitende, d. h. zum Strömen zu bringende Menge keraunischer Materie überhaupt nicht mehr, wenn die Temperatur konstant bleibt.

Daraus folgt, daß die Agglomeration des Gases nicht die alleinige Ursache der schlechteren Leitung ist. Die Gasmoleküle müssen selbst in der passiven Phase an die Grenze des Aufnahmsvermögens gelangt sein, und eben diese Grenze des Aufnahmsvermögens muß für die Kupfer-Körpermoleküle bei derselben Temperatur sehr hoch liegen.

Diese niedere Grenze des Aufnahmsvermögens hängt offenbar mit der Aggregationsordnung zusammen. Ein Gasmolekül ist ein Aggregat vierter, ein Kupferdrahtmolekül ein Aggregat sechster Ordnung. Je größer die Amerenmasse ist, desto größer

wird auch das Quantum der keraunischen Materie sein, das festgehalten und aufgenommen zu werden vermag.

Daß aber auch der Mangel eines festen Verbandes der Gasmoleküle im Gas-Agglomerate die andere Ursache der schlechten Leitung ist, ergibt sich daraus, daß das Leitungsvermögen der Gase mit der Erhöhung der Temperatur steigt. Dadurch wird die translatorische Geschwindigkeit der Gasmoleküle größer (die Eigenrichtungen werden weniger stark gebrochen) und dadurch steigt die Zahl der Berührungen der Gasmoleküle mit dem metallischen Leiter in der Zeiteinheit.

Das Leitungsvermögen der Metalle nimmt mit der Erwärmung ab. Man wird daher auch schließen dürfen, daß das Leitungsvermögen der Gasmoleküle mit der Erwärmung abnimmt. Der Verlust am Leitungsvermögen durch Erwärmung wird durch den Gewinn an tatsächlich vollbrachter Leitung durch eine Vermehrung der Berührungen mit dem metallischen Leiter überwogen. Im metallischen Leiter ist dies nicht möglich, weil die Zahl der Moleküle im Querschnitte des Drahtes konstant bleibt.

Mit der Aggregationsstufe und der Agglomeration hängt es auch zusammen, daß flüssige Elektrolyte, wie z. B. Salzlösungen besser leiten als Gase und weniger gut als Metalle. Man vergleicht auch hier die Leistung eines Metalldrahtes oder eines Aggregates siebenter Ordnung nicht wieder mit einem Aggregate, sondern mit einem Agglomerate (und zwar einer Flüssigkeit) aus Aggregaten fünfter Ordnung. Das Flüssigkeitsmolekül ist an Amerenmasse dem Gasmoleküle überlegen, während es andrerseits vom metallischen Körpermoleküle darin übertroffen wird. Die Flüssigkeit als ein Agglomerat ist dem Gase als einem Agglomerat überlegen, insofern sie eine geringere freie Beweglichkeit der Aggregate erlaubt. Der Körper oder ein Aggregat siebenter Ordnung ist hierin wiederum der Flüssigkeit, die nur ein Agglomerat ist, überlegen.

Die Gase können wegen des geringeren Leitungsvermögens auch Isolatoren genannt werden, so gut wie Glas, Hartgummi und Schwefel.

Wasser, das als Flüssigkeit leitet, ist als Wasserdampf ein schlechter Leiter. Quecksilberdampf leitet in ebenso geringem Maße wie ein anderes Gas.

Feste Körper, die gute Leiter sind, werden durch die Erwärmung schlechter leitend. Wenn die keraunische Materie die allgemeinen Eigenschaften der echten Gase besitzt, so wird sie auch verschiedener Temperaturen fähig sein. Die Erwärmung des chemischen Trägers der Elektrosphäre wird sich auch der keraunischen Hülle mitteilen, und die keraunische Hülle kann selbst unmittelbar erwärmt werden. Wie nun der Druck eines Gases, das in einem Gefäße eingeschlossen ist, mit der Erhöhung der Temperatur steigt, so würde auch der keraunische Druck durch Erhöhung der keraunischen Temperatur steigen, wenn die Elektrosphäre in einem starren Gefäße eingeschlossen wäre. Das ist nun allerdings nicht der Fall. Die Elektrosphäre wird mit der zunehmenden Temperatur dünner und größer. Dadurch überschreitet die keraunische Hülle jene Größe, die von dem chemischen Träger gebannt zu werden vermag. Die überschüssige keraunische Materie geht nach allen Richtungen weg, ohne einen bestimmt gerichteten Strom zu erzeugen. Die keraunische Ladung des einzelnen Körpermoleküles wird also dünner und der Menge nach weniger. Dadurch wird auch der strömende Anteil der Ladung kleiner oder der Strom schwächer. Wenn durch den Ausgleich zwischen 3, 2 und 1 eine Menge 1 zur Strömung gebracht wurde, so wird zwischen 1,5, 1 und 0,5, wenn der Ausgleich erfolgt, nur eine Menge 0,5 von 1,5 nach 1 und von 1 nach 0,5 zur Strömung gebracht worden sein.

Das Isoliervermögen der festen Körper, wie Glas, Hartgummi und Schwefel, bedarf nicht einer Erhöhung der gewöhnlichen Temperatur. Es läßt sich auch nicht aus der geringeren Amerenmasse der niederen Aggregationsstufe und auch nicht aus der Zerworfenheit der Eigenrichtungen der Aggregate innerhalb einer Agglomeration erklären. Die Fähigkeit, zu isolieren oder die Unfähigkeit, gut zu leiten, muß eine andere Ursache haben.

Greifen wir auf das Gleichnis des Ziffernblattes der Taschenuhr zurück[1]). Alle zwölf Ziffern seien ein Symbol für ein Körpermolekül oder ein Aggregat sechster Ordnung; alle geradzahligen Ziffern seien immer gleichzeitig in derselben Phase, und alle ungeradzahligen seien zur selben Zeit in der entgegengesetzten

---

[1]) Seite 304.

Phase. Diese zwölf Ziffern seien Symbole für die Körpermolekülteile oder für Aggregate fünfter Ordnung.

Jetzt kann nicht wie früher beim Symbole für den natürlichen Magnetismus ein für den Zeitpunkt geradliniger diametrischer Strom entstehen, der sich in der Zeitstrecke im Sinne eines Uhrzeigers um den Mittelpunkt des Ziffernblattes dreht. Die Ausgleichung erfolgt jetzt zwischen zwei benachbarten Aggregaten fünfter Ordnung ohne Bevorzugung einer Richtung. Die keraunische Materie kommt nicht in Strömung, weder innerhalb des Ziffernblattes noch aus ihm hinaus. Alle Ausgleichungen besorgt das System in sich selbst. Der Gegensatz der Phasen kann sehr scharf ausgeprägt sein; der Gehalt an keraunischer Materie kann sehr hoch sein; es kann ein sehr großer Betrag aus dem Orte des Überschusses symmetrisch verteilt in die beiden benachbarten Aufnahmsstellen wandern; durch alles dieses entsteht aber kein Strom.

Das Körpermolekül als Ganzes genommen (das ganze Ziffernblatt) hat niemals eine aktive und niemals eine passive Phase, weil die Wirkungen der Phasen der Bestandteile (die einzelnen Ziffern) auf ein fremdes System sich nach außen hin kompensieren. Daher ist eine Leitung unmöglich.

Auch in den guten Leitern konnten die benachbarten Körpermoleküle entgegengesetzte Phasen besitzen. Dadurch wurde aber der Strom nicht aufgehalten, denn es war immer mindestens ein Körpermolekül, als Ganzes genommen, in der aktiven Phase oder fähig, einen keraunischen Überschuß aus sich heraus für ein fremdes Körpermolekül zu erzeugen und an dieses abzugeben.

Bei der Anordnung des natürlichen Magnetismus[1]) ist auch das Körpermolekül, als Ganzes genommen, niemals einheitlich in einer aktiven oder in einer passiven Phase. Die Bestandteile sind aber in der Verteilung ihrer Phasen so angeordnet, daß erstens immer ein Strom innerhalb des Körpermoleküles erzeugt wird, und daß zweitens immer ein Gegensatz zwischen zwei diametral gegenüberliegenden Polen entsteht, die sich in entgegengesetzten Phasen befinden und im Körpermoleküle kreisen. Dadurch wird die Leitung

[1]) Seite 305.

von einem aktiven Pole eines Körpermoleküles zu einem anderen Körpermoleküle so gut ermöglicht, als ob ganze Körpermoleküle einheitlich in die aktiven Phasen treten würden.

Isolierende Körpermoleküle werden daher keraunische Materie nicht leicht abgeben und nicht leicht aufnehmen. Befinden sie sich in der Nachbarschaft eines guten, positiv geladenen und isolierten Leiters (Leydnerflasche), so werden sie diesem Leiter nichts oder nur sehr wenig abnehmen können. Da aber in dem guten Leiter durch die positive Ladung die keraunische Materie verdichtet und infolgedessen keraunisch wärmer ist, so sind auch die keraunischen Hüllen der isolierenden Körpermoleküle einer keraunischen Erwärmung ausgesetzt. Die erwärmte Materie strömt aber nur zum kleinen Teile ab, weil ihre Ausdehnung immer in den Stellen der passiven Phasen innerhalb des Körpermoleküles teilweise Platz findet. Die isolierenden Körpermoleküle können daher eine von außen erteilte keraunische Temperaturerhöhung lange festhalten und dadurch benachbarte gute Leiter keraunisch erwärmen und eben dadurch positiv elektrisch machen (äußerer Belag der Leydnerflasche).

Der kleine Teil der ausgetriebenen keraunischen Materie kann sich als elektrische Ladung der isolierenden Körper geltend machen. Daher werden isolierende Körper wie Stangen aus Glas, Hartgummi oder Siegellack durch Reiben elektrisch. Es findet eine Erwärmung der keraunischen Hüllen statt. Diese werden dünner und größer. Sobald sie diejenige Volumsgröße überschreiten, die von den chemischen Aggregaten gebannt erhalten wird, geht ein Teil der keraunischen Materie als überschüssig nach allen Richtungen weg.

Das Ladungsresultat hängt nun weiterhin von der chemischen Konstitution der Träger ab. Die isolierenden Körper lassen sich hierin in zwei Gruppen einteilen, deren Ladungscharakter bekanntlich in Glas- und in Harzelektrizität eingeteilt wird.

Sinkt die keraunische Temperatur an der Oberfläche des isolierenden Körpers viel rascher als im Innern, so wird die Oberfläche rasch elektrisch neutral sein, während die keraunische Temperatur im Innern noch hoch steht. Die Oberfläche wird jetzt zu einer Isolierschicht zwischen der äußeren Umgebung und dem Innern des eigenen Körpers. Die keraunischen Hüllen

sinken auf die normale Temperatur durch den Ausgleich der keraunischen Wärme (nicht der keraunischen Materie) mit der Oberfläche. Dadurch werden die keraunischen Hüllen im Innern normal temperiert, aber abnorm dünn. Das heißt, sie sind gegenüber einem normal und gegenüber einem positiv geladenen Körper auch ohne einheitliche Phase des einzelnen Moleküles aufnahmsfähig oder elektrisch negativ geladen. Das Innere des isolierenden Körpers saugt durch die Zwischenräume zwischen den isolierenden Molekülen der Oberfläche keraunische Materie aus der Umgebung ein, bis die normale Ladung für gewöhnliche keraunische Temperatur wieder hergestellt wird. Das heißt also, der geriebene isolierende Körper bleibt noch einige Zeit nach der Reibung eine Quelle negativer Reibungselektrizität.

Sinkt hingegen die keraunische Temperatur an der Oberfläche nicht rascher als im Innern, so bleibt der ganze Körper für die Dauer der Erhöhung der keraunischen Temperatur noch einige Zeit nach der Reibung eine Quelle positiver Reibungselektrizität.

Wie nun Glas und Harz auf diese zwei entgegengesetzten Ladungsresultate zu verteilen seien, das läßt sich nur aus dem Zusammenhange vieler anderer Ladungs- und Entladungsexperimente konstruieren. Der wichtigste Anhaltspunkt scheint der Hallwachs-Effekt zu sein, und das Wärmeleitungsvermögen der chemischen Träger.

59. Der einfachste keraunische Strom.

Die Entdeckung des galvanischen Stromes hat den denkbar größten Umweg genommen. Zuerst mußte die tierische Nervenleitung und die Kontraktilität der Muskelfasern als unwesentlich ausgeschaltet werden. Heute noch besteht die Erbschaft aus der zufälligen Form der ursprünglichen Entdeckung darin, daß der galvanische Strom wesentlich im Kreise geschlossen vorgestellt wird.

Der einfachste keraunische Strom hat aber die Form einer Geraden, die als eine gerade Strombahn einen Ort der Erzeugung des Überschusses an keraunischer Materie mit einem Orte des Mangels und der Einspeicherung verbindet. Solange die Er-

zeugung, die Leitung und die Einspeicherung möglich sind, so lange läuft der Strom in der Leitungsbahn.

Die einfachste Form des keraunischen (oder galvanischen) Stromes ist der Hallwachs-Effekt.

Entzieht man einer amalgamierten Zinkscheibe, die auf das Tischchen des Elektroskopes gelegt ist, einen Teil der keraunischen Ladung, so geben die Goldblättchen innerhalb des Ballons im keraunischen Vakuum einen Ausschlag. Beleuchtet man die Zinkscheibe mit dem Lichte eines brennenden Magnesiumbrandes, so fallen die Goldblättchen zusammen. Der Zinkscheibe ist daher keraunische Materie zugeführt worden, so daß die negative Ladung in eine neutrale übergehen konnte.

Da nichts anderes hinzugekommen ist als das Abbrennen des Magnesiumbandes, so ist die nächstliegende Vorstellung die, in dem brennenden Magnesiumbande nicht nur eine Lichtquelle zu sehen, sondern gleichzeitig auch eine Quelle frei werdender keraunischer Atome zu vermuten. Schiebt man zwischen das Elektroskop und das brennende Magnesiumband eine isolierende Glasplatte ein, die die Strömung der frei fliegenden keraunischen Atome vom Magnesiumbande zur Zinkscheibe aufhält, so fallen die Blättchen des Elektroskopes nicht zusammen.

Die ultravioletten Strahlen, die durch das Glas gleichfalls aufgehalten werden, scheinen dabei keine wesentliche Rolle zu spielen; ebensowenig ein etwa verändertes Leitungsvermögen der Luft.

War die Zinkscheibe positiv geladen, so fallen die Blättchen im Magnesiumlichte nicht zusammen.

Die Versuche von Lenard haben bereits gezeigt, daß das umgebende Gas bei diesen Vorgängen keine entscheidende Rolle spielt.

Wenn das Magnesiummolekül nicht nur durch seine höhere Atomogenenzahl, sondern vor allem durch seine metallische Molekülfigur eine bedeutend größere und dichtere Elektrosphäre besitzt als das Molekül MgO, so müssen bei der Verbrennung zahlreiche keraunische Atome frei werden, die aus dem Verdichtungsbezirke heraus der gemeinsamen Elektrosphäre des Planeten zurückgegeben werden und sich nach allen Seiten im Raume mit ihren Eigengeschwindigkeiten verteilen.

Das brennende Magnesiumband kann daher gleichzeitig eine Lichtquelle und eine Quelle keraunischen Stromes sein. Dieser Strom geht nach Art der Lichtstrahlen überallhin geradlinig, darunter auch zur negativ geladenen amalgamierten Zinkscheibe. Dort findet er ein aufnahmsfähiges System. Die Elektrosphären sättigen sich. In den Phasen der aktiven Ladungsfähigkeit werden keraunische Atome in das keraunische Vakuum des Ballons abgegeben, und mit dem Vakuum hört auch die Abstoßung der Blättchen auf. Eine positiv geladene Zinkscheibe nimmt von diesem Strome natürlich nichts auf.

Hier haben wir die einfachste Form eines galvanischen Stromes: eine Stromquelle, deren Voraussetzung der Chemismus der Oxydation des Magnesiums ist; eine Strombahn, die in ihrer Reinheit nicht einmal noch an einen Leiter gebunden ist und nur aus frei fliegenden keraunischen Atomen besteht; endlich ein Stromende oder eine Strommündung, einen Ort der Einspeicherung oder der Bindung der frei gewordenen keraunischen Atome. Zwischen der Stromquelle und dem Orte der Stromversiegung haben die keraunischen Atome gleiche Richtungen, so daß ein Strom besteht. Ohne Rücksicht auf das Stromende könnte man bei der Abwesenheit eines Leiters nur von einer keraunischen Strahlung nach allen Richtungen sprechen.

Das Isoliervermögen der Glasplatten erfordert hier eine genauere Untersuchung. Ein System kann isolieren, indem es einem positiv geladenen chemischen Aggregate nichts von der Ladung abnimmt, und einem negativ geladenen nichts abgibt. Davon verschieden ist die Isolierung gegen frei fliegende keraunische Atome, die in keine Elektrosphäre eines kleinen chemischen Aggregates gebannt sind, sondern nur der gemeinsamen Elektrosphäre des Planeten angehören. Diese frei fliegenden Atome sind imstande, zwischen den Molekülen des Isolators hindurchzufliegen. Das Isoliervermögen beruht nicht auf einem Widerstande gegen die keraunische Materie, sondern nur auf dem Unvermögen, sich selbst einen Zuwachs in die keraunischen Hüllen aus anderen Hüllen zu verschaffen. Hier ist also die Möglichkeit offen, daß die frei fliegenden keraunischen Atome, die an keine Molekülphasen gebunden sind, ihren Weg zwischen den Molekülen überall dort finden, wo blaues Licht und ultra-

violette Strahlen hindurch kommen. Hingegen besteht auch die andere Möglichkeit, daß sie überall dort zurückgeworfen werden, wo auch blaues Licht, beziehungsweise ultraviolette Strahlen abgehalten werden.

Negativ geladenes, in einen Ballon mit Wasserstoffgas eingeschlossenes Kalium, von dem ein Platindraht zum Elektroskop führt, kann durch blaues Licht neutral gemacht werden. Hier bleibt die Frage offen, ob frei fliegende keraunische Atome die eigentliche Ursache sind.

Hierher gehört auch die Schließung eines Stromkreises durch die Beleuchtung einer Funkenstrecke. Macht man in einem Funken-Induktorium im sekundären Stromkreise die Strecke für die Funken um einen gewissen Betrag zu lang, so kann der Induktionsapparat keine Funken mehr erzeugen. Beleuchtet man diese Strecke mit dem Lichte einer Bogenlampe, so beginnt die Erzeugung wieder. Schiebt man zwischen die Bogenlampe und die Funkenstrecke eine Glasplatte, so hören die Entladungen wieder auf. Höchst wahrscheinlich wirkt hier nicht das Licht, sondern der Strom der Bogenlampe. In der Bogenlampe geht nämlich ein starker keraunischer Strom aus dem einen Kohlenstifte heraus und in den anderen hinein. Der Strom ist so stark, daß er Kohlenteilchen transportiert. Der eine Konduktor des Funken-Induktoriums saugt nun einen Teil des Stromes aus der Bogenlampe zu sich hinüber, und ergänzt dadurch den zur Funkenerzeugung bereiten aber unzulänglichen Betrag des gegenüberstehenden Konduktors, aus dem ein Funke herausgesaugt werden soll. Der das Bogenlicht erzeugende Strom ist für das Funken-Induktorium eine Neben-Stromquelle mit geradliniger drahtloser Zuströmung in den im Kreise geschlossenen und an einen Leiter gebundenen, an einer Stelle zum Stillstande gebrachten sekundären Strom, worin die keraunische Materie an dieser Stelle zum Sprunge bereit gehäuft ist.

60. Die Schließung der Strombahn im Kreise.

Ersetzt man den Strom aus frei fliegenden keraunischen Atomen durch einen anderen, der an einen Leiter gebunden ist, indem die keraunischen Atome nur phasenweise frei werden,

und zum Beispiel aus der Elektrosphäre des Kupfermoleküles eines Kupferdrahtes in die Elektrosphäre des nächsten Kupfermoleküles überspringen, so kann man die Strombahn im Kreise biegen.

Man kann durch die Biegung der Strombahn die Stromquelle mit der Strommündung oder dem Orte des Stromverbrauches zur Berührung bringen. Natürlich muß man zwischen die Quelle und das Ende entweder eine isolierende Schicht oder einen relativ schlechten Leiter bringen, sonst sättigt sich die Endstelle direkt aus der Quelle, und die Strombahn wird überflüssig. Man kann dann sagen, der Strom sei im Kreise geschlossen worden. Streng genommen wurde er nur im Kreise gebogen, da durch den Ausdruck „Schließung im Kreise" die isolierende Schicht ignoriert wird.

Den einfachsten Fall eines im Kreise gebogenen Stromes bietet das galvanische Element Voltas, bestehend aus einer Zink- und einer Kupferplatte, die in verdünnte Schwefelsäure getaucht und außerhalb der Flüssigkeit durch einen Leitungsdraht verbindbar sind.

Der Ausgangspunkt der Wirksamkeit der Kombination ist offenbar die Entstehung von Zinksulfat aus Zink und Schwefelsäure an der Zinkoberfläche. Das Zinksulfatmolekül hätte das Molekülgewicht 160,92 oder die Atomogenenzahl 967, d. i. 391 + 192 + 384; die Schwefelsäure hätte das Molekülgewicht 97,82 oder die Atomogenenzahl 588, — wenn ein Flüssigkeitsmolekül ein Aggregat vierter Ordnung wäre, wie ein Gasmolekül. Immerhin ist das Flüssigkeitsmolekül für die Schwefelsäure höchstwahrscheinlich ein Ebensovielfaches des Gasmoleküles, wie das Flüssigkeitsmolekül des in Wasser gelösten Zinksulfates. Dazu kommt noch, daß in dem Flüssigkeitsmoleküle des Zinksulfates ein gewisses Quantum Wasser wesentlich in das Molekül als solches einbezogen ist, wodurch die Atomogenenzahl des Zinksulfatmoleküles noch erhöht wird.

Das Schwefelsäuremolekül hatte übrigens auch Wasser in das Flüssigkeitsmolekül wesentlich aufgenommen gehabt, so daß diese Erhöhung keine wichtige Rolle spielt.

Das Schwefelsäuremolekül hatte eine gewisse Elektrosphäre, die bei neutraler Ladung der Atomogenenzahl und der Molekül-

figur angemessen groß war. Nach Ausscheidung des Wasserstoffes und Aufnahme eines Zinkatomes ist die Aufnahmsfähigkeit für die keraunische Materie bedeutend größer geworden, was schon aus der höheren Atomogenenzahl des Zinksulfates hervorgeht. Das Zinkatom hatte auch seine keraunische Hülle mitgebracht. Vergleicht man zwei Zinkatome mit zwei Molekülen Zinksulfat, so ist auch hier die größere Atomogenenzahl auf Seite des Zinksulfates: 1934 gegen 782.

Das neugebildete Zinksulfat wird also stark aufnahmsfähig oder elektrisch „negativ geladen" sein. Es wird seine Elektrosphäre von überallher zu ergänzen trachten. Die Ergänzung erfolgt einerseits aus der Zinkplatte heraus, und andrerseits aus der Flüssigkeit heraus. Die Ergänzung ist aus dem gut leitenden Zink heraus weit ausgiebiger als aus der schlechter leitenden Flüssigkeit heraus.

Es entsteht in der Zinkplatte von Molekül zu Molekül eine Ausgleichung der Elektrosphären und dadurch eine Wanderung keraunischer Atome nach dem Orte des Verbrauches, das heißt nach der Zinkoberfläche innerhalb der Flüssigkeit. Die Zinkplatte wird durch das entstehende Zinksulfat sozusagen keraunisch ausgesaugt.

Die Zinkplatte hält sich wiederum schadlos an dem Schließungsdrahte, und dieser an der Kupferplatte. Indem diese Aussaugung bis in die Flüssigkeit hinein fortschreitet, entsteht eine Wanderung keraunischer Atome aus der Mitte der Flüssigkeit zwischen den Platten nach dem Kupfer durch den Schließungsdraht nach dem Zink.

Daneben geht eine schwächere Aussaugung aus der Mitte der Flüssigkeit direkt nach dem Zink.

Vernachlässigt man die letztere kürzere und schwächer leitende Bahn, so hat man in der Folge von Ursache und Wirkung zunächt den Bedarf, dann den Verbrauch oder das Ende des Stromes, dann die fortschreitende Ansaugung eines Stromes oder die Eröffnung einer Strombahn, aber noch immer keine Stromquelle.

Die Richtung, in der der Strom läuft, ist derjenigen Richtung entgegengesetzt, in der er entstanden ist. Bei einem Wasserlaufe aus einer neu erschlossenen Quelle ist die Richtung, in der

das Wasser läuft, mit der Richtung identisch, in der der Wasserlauf entstanden ist. Wird aber ein Sumpf entwässert, so entsteht zuerst der Abzugsgraben, und dann der Zug des Wassers in den Graben. Die Entstehung des galvanischen Stromes hat eine Ähnlichkeit mit dieser Entwässerung.

Der keraunische Strom saugt auch die Kupferplatte aus. Die Kupfermoleküle sind von Elektrosphären umgeben, die die chemische Verbindung von Wasser und Kupfer zu Cu_2H_2 und frei werdendem Sauerstoffe verhindern. Durch die Absaugung und Verdünnung dieser keraunischen Hüllen wird das Hindernis dieses Chemismus beseitigt. Es entsteht wahrscheinlich Cu_2H_2 und atomisierter Sauerstoff. Die labile Verbindung Cu_2H_2 zerfällt in der nächsten Molekülphase in Kupfer und gasförmigen Wasserstoff. Der atomisierte Sauerstoff verbindet sich mit dem Wasserstoff des nächsten Wassermoleküles, dessen Elektrosphäre gleichfalls verdünnt ist, wodurch jede Art Chemismus erleichtert wird, weil die abstoßenden keraunischen Hüllen schwächer sind. Das Wassermolekül entläßt wiederum atomisierten Sauerstoff, der wieder in einem zweitnächsten Wassermoleküle Unterkunft findet. Die Wanderung von atomisiertem Sauerstoff wird so lange fortgesetzt, bis der atomisierte Sauerstoff mit dem aus der Schwefelsäure ausscheidenden Wasserstoffe sich zu Wasser vereinigt hat.

In umgekehrter Richtung könnte man nicht etwa den frei werdenden Wasserstoff vom Zink nach dem Kupfer wandern lassen. Die zwei frei werdenden Wasserstoffatome würden ein Wasserstoffmolekül ergeben und gasförmig sofort an der Zinkplatte entweichen. Es ist auch nicht einzusehen, warum ein H_2 ein Wassermolekül angreifen und das darin enthaltene H_2 austreiben sollten, da doch H_2 molekularisiert und chemisch gesättigt ist, und außerdem ein H_2 ebenso wirksam wie das andere sein wird. Wird hingegen H_2 an das Kupfer gerissen, dann muß ein O immer im atomisierten Zustande frei werden und eine Molekularisation suchen.

Die Atomisierung eines Wassermoleküles in ein O und in einen Rest H_2, der zum Kupfer geht, und in der nächsten Phase ein Gasmolekül H_2 wird, bedeutet den Abstieg von einem Flüssigkeitsmoleküle oder Aggregate fünfter Ordnung in eines vierter und in ein anderes dritter Ordnung. Dadurch werden sehr viele

keraunische Atome aus der Elektrosphäre des zersetzten Wassermoleküles frei.

Hier ist die Stromquelle. Die überschüssigen keraunischen Atome werden zum größten Teile in die saugende Kupferplatte hinein wandern, zum kleineren Teile durch die Flüssigkeit zum saugenden Zinksulfat. Das besser leitende Kupfer und der besser leitende Schließungsdraht werden den Strom außerhalb der Flüssigkeit vom Kupfer zum Zink leiten. Die weniger gut leitende Flüssigkeit wird einen schwachen Strom (Polarisationsstrom) vom Kupfer an die Zinkoberfläche und zwar an den Entstehungsort des Zinksulfates leiten.

Jetzt ist der Strom scheinbar im Kreise geschlossen. In Wirklichkeit ist zwischen die Stromquelle und das Stromende statt eines Isolators eine weniger gut leitende Flüssigkeit eingeschaltet, die die unmittelbare Berührung der Stromquelle mit der Stelle des Stromverbrauches verhindert. Mit der Berührung hört der Strom auf. Schiebt man zwischen die Stromquelle und das Stromende in der Flüssigkeit einen echten Isolator, so hört der Strom gleichfalls auf. Es ist dadurch aber noch nicht bewiesen, daß man dadurch nur den Strom zerschnitten hat, der durch die Flüssigkeit gegangen ist. Man hat wahrscheinlich dadurch die Stromquelle selbst zerstört. Indem der atomisierte Sauerstoff nicht mehr an die Zinkplatte wandern kann, verbindet er sich wieder mit dem eben frei gewordenen Wasserstoffe. Dadurch hört die Erzeugung keraunischen Überschusses auf. Der Strom, der lediglich durch die Aussaugung von dem Zink durch den Leitungsdraht hindurch ohne Quelle nicht andauern kann, hört auf, und damit nimmt auch die Wasserzersetzung ein Ende.

Ist die Kupferplatte ganz mit Wasserstoffblasen bedeckt, so ist der weitere Chemismus ebenso abgeschnitten wie durch eine isolierende Schichte. Im einfachen Daniellschen Elemente wird bekanntlich Kupfersulfat verwendet, um die Entstehung des Wasserstoffgases zu verhindern. Es wird aus dem Kupfersulfate Kupfer frei, das sich an der Kupferplatte niederschlägt und aus dem Kupfersulfate entsteht Schwefelsäure. Der Prozeß ist demjenigen entgegengesetzt, der sich an der Oberfläche des Zinkes vollzieht. In der Umgebung des Zinks entsteht aus der Schwefelsäure mit normaler keraunischer Ladung Zinksulfat, das kerau-

nisch ungesättigt ist, und sich die Sättigung aus dem Zink heraus verschafft. In der Umgebung des Kupfers wird aus dem Kupfersulfat mit normaler keraunischer Ladung Schwefelsäure, die keraunisch überladen ist, und den Überschuß in das Kupfer hinein abgibt. Die Atomogenenzahl für ein einfaches Schwefelsäuremolekül ist 588, für ein einfaches Kupfersulfatmolekül 955. Die Flüssigkeitsmoleküle sind Vielfache dieses Einfachen, wahrscheinlich ohne Änderung des Verhältnisses. Außer der Atomogenenzahl ist die Molekülfigur maßgebend.

Wäre die Flüssigkeit besser leitend als der Schließungsdraht, so würde der Stromverbrauch direkt durch die Flüssigkeit hindurch aus der Stromquelle gedeckt werden. Da aber der Draht besser leitet, so nimmt die Hauptmenge des Stromes den Weg durch den Draht.

In der Flüssigkeit konkurrieren viele Prozesse: die saugende Wirkung in der Richtung zum Zink; die saugende Wirkung in der Richtung zum Kupfer. Diese zwei Wirkungen erstrecken sich von den Metallplatten aus in die Flüssigkeit hinein; ihre Richtungen sind entgegengesetzt.

Dazu kommt das Verhältnis der noch unverbrauchten Schwefelsäuremoleküle zu den neugebildeten Zinksulfatmolekülen. Die Schwefelsäuremoleküle sind befähigt, den neugebildeten und keraunisch gesättigten Zinksulfatmolekülen noch in der Nähe der Zinkplatte einen Teil der Ladung abzunehmen und von Molekül zu Molekül in der Richtung nach dem Kupfer zu transportieren. Dadurch wird der Strom im Kreise vom Zinke wiederum zum Zinke geschlossen.

Nimmt man statt der Kupferplatte eine Kohlenplatte, so erfordert die Analogie, daß statt der vorübergehenden Verbindung Cu_2H_2 die ebenso vorübergehende Bildung von 2 (CH_4) oder Methan stattfinde, das sich sofort wieder in $4H_2$ und Kohle zersetzen müßte. Die Absaugung der Elektrosphären kann hier möglicherweise eine ähnliche Wirkung haben wie die hohe Temperatur, wenn Schwefelwasserstoff und Schwefelkohlenstoffdampf über glühendes Kupfer geleitet wird, und dann allerdings bleibend Methan ergibt.

61. Durch die elektrische Ladung kann der Chemismus nicht erzeugt, sondern nur ein latenter Chemismus frei gemacht werden.

Die elektrische Ladung kann zwar die Blättchen eines Elektroskopes auseinandertreiben, nicht aber die Moleküle eines Blättchens. Es ist daher um so unwahrscheinlicher, daß sie die Atome eines Moleküles auseinanderbringen wird.

Freilich gilt dies zunächst nur von den Molekülen dieser Goldblättchen, die eben danach beschaffen sein mögen, daß sie keine großen Ladungen um die einzelnen Moleküle herum innerhalb der Blättchen vertragen, daher fast die gesamte Ladung an die Oberfläche gedrängt wird.

Es hat aber auch in Hinsicht auf Substanzen, die in Wasser löslich sind, immerhin etwas fast Unnatürliches an sich, daß man die Aktionen der groben chemischen Materie von den feinen Elektrizitätseinheiten besorgen läßt, die auf dieser groben Materie sozusagen sitzen, sie umhüllen oder durchdringen, und durch ihre Anziehung und Abstoßung das hervorbringen sollen, was die chemische Materie ohne sie nicht zustande bringen können soll, nämlich die chemische Bindung und Trennung dieser chemischen Materie selbst. Es ist das nicht viel anders, als wenn man die Anziehung der Gestirne von den Atmosphären abhängig machen wollte.

Ich kann mir leicht vorstellen, daß eine große und dichte keraunische Hülle die unmittelbare Berührung chemischer Atome und unter Umständen vielleicht ihre Zugehörigkeit zu demselben Moleküle erschwert oder geradezu verhindert; ich kann mir aber nur schwer vorstellen, daß die Anziehung dadurch erzeugt werde. Wenn zwei chemische Atome zusammen mit ihren keraunischen Hüllen gegeneinander im Sinne der sogenannten chemischen Anziehung gravifiziert werden, so werden wahrscheinlich die chemischen Atome nicht von den keraunischen Hüllen passiv geschleppt werden. Alles wird gegen alles gravifiziert. Es mag ja dann sein, daß die keraunischen Hüllen wie dazwischen geschaltete Puffermaterie wirken, und eine Berührung verhindern.

Will man aber die Einheit der Materie in der Art bewahren, daß man die chemische Materie als eine Verdichtung aus kerau-

nischen Einheiten auffaßt, dann geht der Gegensatz zwischen der strömenden und der nicht strömenden Elektrizität, der Gegensatz zwischen mehr und weniger elektrisch geladener chemischer Materie verloren. Die Einheitlichkeit des Stoffes wahrt man am einfachsten dadurch, daß man einerseits die chemische und andrerseits die keraunische Materie aus demselben Ursprünglichen hervorgehen läßt, nämlich aus isolierten Uratome durch allmähliche Aggregation.

Da ein Molekül kein Ding ist, sondern ein Atomenspiel, so wird sich die keraunische aktive und passive Ladungsfähigkeit eines jeden Moleküles periodisch sehr rasch und sehr oft verändern. Ein Chemismus ist ohne Rückwirkung auf die keraunischen Hüllen und daher ohne Erzeugung elektrischer Vorgänge kaum denkbar. Man muß aber nicht infolgedessen den Chemismus aus der Elektrizität erklären wollen. Das hieße die Ursache mit der Wirkung verwechseln.

Selbst die Elektrolyse wird wahrscheinlich nur jenen Chemismus auslösen, der durch normale keraunische Hüllen verhindert wird. Der galvanische Strom erzeugt hier nicht den Chemismus, sondern er beseitigt nur ein letztes Hindernis. Dieses Hindernis ist die Elektrizität selbst, und es wird beseitigt, indem eine gewisse Menge der Elektrizität fortgeht.

Löst man zum Beispiel Chlornatrium in Wasser auf, so zerfallen die Salzkörnchen, die kleine feste Körperchen oder Aggregate siebenter Ordnung sind, in Flüssigkeitsmoleküle oder Aggregate fünfter Ordnung, die sich mit Wassermolekülen zu neuen echten Flüssigkeitsmolekülen oder Chlornatriumwasser verbinden. Daher wird die Zahl der Flüssigkeitsmoleküle durch die Aufnahme des Chlornatriums nicht größer. Nur jene Wassermoleküle werden größer, die sich mit Chlornatrium vereinigt haben. Die Spaltung des Chlornatrium-Aggregates siebenter Ordnung in viele Chlornatrium-Aggregate fünfter Ordnung kann man eine Dissoziation nennen. Die Dissoziation muß aber nicht so weit gehen (obwohl dies angenommen wird), daß Chloratome für sich und Natriumatome für sich in der Flüssigkeit existieren. Das Chlornatrium-Aggregat fünfter Ordnung enthält sogar viele Chlor- und viele Natriumatome aneinander gebunden. Es würde ja ein Gasmolekül mit Gaseigenschaften sein, wenn es nur aus

einem Atome Chlor und einem Atome Natrium bestünde. Immerhin darf man aber von einer (physikalischen) Dissoziation unter allen Umständen reden, da ein Aggregat siebenter Ordnung weit mehr Chlor- und weit mehr Natrium-Atome enthalten wird.

Taucht man nun zwei Elektroden in die Chlornatriumlösung, so verändert man die keraunischen Hüllen der Chlornatriumwasser-Moleküle. Insbesondere wird zunächst den Molekülen in der Nähe der Kathode ein Teil der keraunischen Hülle abgesaugt, der in die Kathode und in die Strombahn hineinwandert. Sowie Wasserkügelchen einer Wolke, denen die elektrische Hülle entzogen wird, zu Regentropfen zusammenfließen, so wird auch jetzt ein Chemismus zwischen dem Natrium und dem Kathodenmaterial entfesselt, der schon früher möglich war, und nur durch die normale keraunische Hülle unterdrückt wurde. Das Natrium vereinigt sich mit dem Kathodenmaterial zu einer labilen Verbindung, die im Wasser sofort wieder zerfällt. Dadurch wird andrerseits Chlor frei. Dieses Chlor wandert nach der Anode. Das Chlor kann in der Weise wandern, daß es sich mit dem Natrium des nächsten Moleküles zu Chlornatrium verbindet, wobei das Chlor dieses nächsten Moleküles frei wird. Indem dieser Prozeß sich von Molekül zu Molekül bis zur Anode wiederholt, wird zuletzt vor der Anode Chlor frei, das kein Natrium findet, und sich daher bei Gegenwart von Wasser zu Chlorwasserstofflösung verwandeln kann.

Damit aber diese Wiederholung des Prozesses möglich werde dazu ist eine Orientierung aller Chlornatriumwassermoleküle erforderlich. Jedes Chlornatriumwassermolekül muß das Natrium gegen die Kathode, und das Chlor gegen die Anode wenden. Nachdem ein neues Chlor eingetreten und das alte ausgetreten ist, muß sich das ganze Molekül, und zwar jedes für sich herumdrehen, so daß wieder das Natrium gegen die Kathode gewendet ist.

Wie läßt sich diese Orientierung konstruieren? Man nimmt gewöhnlich an, daß das mit positiven Elektronen geladene Natrium aus der Ferne zur negativen Elektrode (Kathode) gezogen werde, und das mit negativen Elektronen geladene Chlor zur positiven Elektrode (Anode). Dadurch hat man aber einen

Dualismus gewählt, der mit der Einerleiheit des Stoffes nicht verträglich ist.

Die Sache kann monenergetisch weit einfacher gegeben werden. Es genügt, daß ein keraunischer Strom aus der Anode heraus in die Kathode hineingesaugt werde. Jedes Chlornatriumwassermolekül wird durch diesen Strom in der Gleichgewichtslage des Moleküles gedreht. Da das Molekül aus zwei Teilen besteht, die in der Atomogenenzahl, sowie in der Struktur ungleich sind, so wird sich einer dieser Teile durch den Strom leichter drehen lassen als der andere. Derjenige, der sich leichter drehen läßt, und der immer chemisch derselbe sein wird, wird im Strome vorangerichtet sein und positives Ion genannt werden können.

Dabei wird aber nicht etwa das negative Ion von der Kathode abgestoßen. Beide werden nach der Kathode gedrängt; das eine wird nur ausgiebiger als das andere hingedrängt. Dabei wird auch nicht das negative Ion von der Anode angezogen. Beide Teile des Moleküles werden von der Anode durch den herauskommenden Strom weggedrängt; es wird nur der leichter drehbare Teil immer in der Richtung des Stromes vorausgedreht werden.

Nach dieser Auffassung ist die Elektrolyse bereits an einem einzigen ersten Flüssigkeitsmoleküle an der Kathode möglich, bevor noch eine Kette von Molekülorientierungen zwischen den Elektroden geschlossen ist. Diese Kette ist dazu erforderlich, daß das andere Ergebnis der Elektrolyse aus der anderen Elektrode frei werde. Würde sich die Elektrolyse ohne diese Molekülorientierung abspielen, so würden die Ergebnisse der Elektrolyse sich am selben Orte immer wieder von neuem vereinigen, wenn die Wiedervereinigung möglich ist.

Damit stimmt es sehr gut überein, daß Wechselströme gleichfalls elektrolytisch wirken, und an jeder Elektrode ein Gemenge der Bestandteile erzeugen, wenn die chemische Wiedervereinigung ausgeschlossen ist, indem zum Beispiel die Ergebnisse der Elektrolyse Gase sind.

Es ist auch nicht notwendig anzunehmen, daß sämtliche Flüssigkeitsmoleküle in beständiger Zersetzungsbereitschaft seien, damit die zum Auseinanderreißen erforderliche Kraft nicht zu

groß ausfalle. Die Moleküle der Elektrolyten können außerhalb des Stromes sehr solid gebaut sein. Nur die Nähe der saugenden Kathode, die die Atome im Moleküle zum großen Teile der keraunischen Hüllen beraubt, macht die einzelnen Moleküle in der Kathodennähe chemisch labil, da zum soliden Baue auch eine gewisse keraunische Hülle gehört. Die frei werdenden, nach der Anode wandernden Atome wirken dann im status nascendi als starke Agentien auf die festgebauten Moleküle. Wenn ein Chlornatriummolekül in der Phase der größten Ausdehnung mit einem freien Chlor zusammentrifft, dann ist eben sofort das neue Chlor mit dem getroffenen Natrium das neue Chlornatriummolekül, und das im Molekül gebunden gewesene Chlor ist sofort frei, weil das Natrium nicht mehr zu ihm zurückkehrt.

62. Kathodenstrahlen.

Psychologisch besonders lehrreich sind die Begriffsbildungen und Hypothesen auf dem Gebiete der Kathodenstrahlen.

Lassen wir einen Strom durch verdünnte Luft geschlossen sein, so erhalten wir ein „Glimmlicht“ des Gases, durch das der Strom geht. Unter gewöhnlichem Luftdrucke wird das Glimmen schwierig; ebenso bei zu großer Verdünnung des Gases. Es leuchtet das Gas selbst, wie das Spektroskop zeigt, und die Elektroden sind nicht etwa durch Metalldämpfe an dem Glimmen beteiligt. Das Glimmlicht ist an der Anode anders geformt und gefärbt als an der Kathode.

Die Gasmoleküle selbst scheinen die Träger des keraunischen Stromes zu sein. Die Gasmoleküle verfolgen nicht den geraden Weg von der Anode zur Kathode und zurück. Sie sind eben Gasmoleküle, die sich in ihren Eigenrichtungen weder um eine Anode noch um eine Kathode kümmern. Sie besorgen den Transport der keraunischen Materie nur gelegentlich. Wenn sie durch den Zufall ihrer Bahnen in die Nähe der Kathode kommen, so wird ihnen ein Teil der keraunischen Hülle in der aktiven Phase (des Gasmoleküles) abgesaugt und sie gehen elektrisch negativ geladen weiter. Ebenso werden sie elektrisch positiv geladen, wenn sie der Zufall ihrer Bahnen in die Nähe der Anode bringt. Begegnet ein elektrisch negativ geladenes Molekül einem

anderen, das elektrisch positiv ist, so erfolgt eine Ausgleichung; begegnet es einem neutral geladenen, so erfolgt gleichfalls ein Ausgleich mit dem Resultate einer schwach positiven Ladung. Begegnen sich zwei positiv geladene Gasmoleküle, so stoßen sie sich im Falle der gleichen Phasen gegenseitig ab. Die Gasmoleküle machen alle möglichen Umwege von der Anode zur Kathode und umgekehrt. Die Form des Glimmlichtes ist nicht mit den Wegen der Gasmoleküle identisch, weil die Form des Glimmlichtes dadurch entsteht, daß die keraunische Materie von einem Gasmoleküle zum andern in bevorzugten Richtungen überspringt.

Gelangt ein negativ geladenes Gasmolekül zur Anode, so wird es sich in der passiven Phase positiv laden lassen; gelangt ein positiv geladenes Gasmolekül in die Nähe der Kathode, so wird in der aktiven Phase ein Teil der keraunischen Materie zur Kathode überspringen.

Die Kathode wird zunächst keraunisch saugend wirken. Dadurch werden nicht nur die in die Nähe gelangenden Gasmoleküle elektrisch negativ oder unternormal geladen, sondern auch die etwa vorhandenen frei fliegenden keraunischen Atome in die Kathode eingesaugt. Der luftverdünnte Raum wird von freien keraunischen Atomen evakuiert. Die Gasmoleküle fliegen daher im keraunischen Vakuum.

Das erklärt bereits sehr viel. Die Absaugung der keraunischen Hülle, die den Chemismus erleichtert, wird auch das Eigenlicht ermöglichen. Gasmoleküle, die unter normalem keraunischen Drucke und im Besitze der normalen keraunischen Hüllen dunkel sind, werden im keraunischen Vakuum, und wenn ihre eigenen keraunischen Hüllen stark verdünnt sind, Eigenlicht haben. Das Glimmlicht ist in der Nähe der Kathode in Luft bläulich gefärbt.

In der Nähe der Anode werden die Gasmoleküle wieder zu den normalen keraunischen Hüllen oder vielleicht zu schwach übernormal positiven Ladungen kommen. Dadurch wird das Eigenlicht wieder unterdrückt, und die Gasmoleküle als solche werden dunkel. Da aber die Gasmoleküle im luftverdünnten Raume ziemlich weit voneinander entfernt sind, und schwach positiv beziehungsweise normal geladene Moleküle an stark negativ geladenen vorbeiziehen, so können in der Nähe der

ladenden Anode von Molekül zu Molekül Miniaturfunken überspringen, die Erschütterungszentren für das Licht werden. Dadurch mag wahrscheinlich das positive Glimmlicht in der Nähe der Anode entstehen, das in Luft rötlich-violett ist. Ist die Luft zu wenig verdünnt, so sind die Funken zu kurz und zu schwach, um ein Glimmlicht zu erzeugen; ist die Luft zu stark verdünnt, so können die Funken nicht überspringen.

Daraus erklärt es sich auch, daß bei zunehmender Verdünnung das positive Glimmlicht abnimmt, an Intensität und an Ausdehnung, während das negative Glimmlicht an Ausdehnung zunimmt. Das Funkenspringen wird durch die Verlängerung der Funkenstrecken erschwert, nicht aber das Eigenlicht der Gasmoleküle, das nur von der Verdünnung der eigenen keraunischen Hülle abhängt. Die negativ geladenen selbstleuchtenden Gasmoleküle werden infolge der selteneren Funken erst später neutral geladen; sie erlöschen erst später, und gelangen in selbstleuchtendem Zustande in größere Nähe der Anode. Das negative Glimmlicht breitet sich aus.

Zwischen beiden Lichtern befindet sich ein dunkler Raum, der Faradaysche Raum. Hier sind die Gasmoleküle schon weniger negativ geladen, ihre keraunischen Hüllen sind schon dicht genug, um das Eigenlicht der Gasmoleküle zu unterdrücken, und noch nicht dicht genug, um ein Funkenspringen zwischen den Gasmolekülen zu ermöglichen.

Auf Grund dieser Vorstellungen lassen sich die Kathodenstrahlen leichter begreifen.

Lassen wir in ein Crookessches Rohr mehrere Drähte in den Raum eintreten, worin sich stark verdünntes Gas befindet. Benutzen wir abwechselnd je einen anderen Draht als Anode. Bringen wir in dem Raume eine einzige Kathode an, und zwar in der Form einer Aluminiumscheibe. Wir können jetzt zwischen dieser Kathode und einer beliebig gewählten Anode das Glimmlicht entstehen lassen. Achten wir darauf, daß gegenüber der Kathodenscheibe aus Aluminium die Glaswand frei bleibe, und alle Anoden schief zur Aluminiumplatte orientiert sind. Wenn das Glimmlicht durch starke Gasverdünnung sehr blaß ist, leuchtet die Glaswand gegenüber der Kathode grünlich. Die Größe und die Form der leuchtenden Stelle ist von der Größe und der

Form der Aluminiumplatte abhängig. Die Stelle der Anode kann beliebig gewechselt werden, ohne daß die grünlich leuchtende Stelle des Glases wandern würde. Das Glas wird gegenüber der Kathode fluoreszierend; es entwickelt unter dem Einflusse der gegenüberstehenden Kathode ein Eigenlicht.

Bringt man zwischen der Kathode und dieser Stelle der Glaswand einen durchlöcherten Schirm oder ein Kreuz aus Blech an, so erhält man an der Glaswand ein Schattenbild.

Nun beginnt die Hypothese und zugleich das psychologisch Interessante. Es liegt sehr nahe, Strahlen anzunehmen, die von der Kathode ausgehen und die Glaswand treffen. Diese Strahlen werden angenommen, und sie heißen Kathodenstrahlen.

Nun kommt aber auch die Schwierigkeit. Der Strom fließt doch in die Kathode hinein. Wie kann zugleich aus ihr ein Strom keraunischer Natur herausfließen? Anodenstrahlen wären hier plausibler. Andrerseits liegt hier keine echte Strahlung im Sinne einer Ätherwelle vor. Die „Kathodenstrahlen" werden durch einen Magnet abgelenkt wie ein Stück Kupfer durch das ein Strom fließt oder wie ein Eisenstift. Das weist darauf hin, daß nicht Äther gestrahlt wird, sondern daß keraunische Materie strömt.

Hier sieht man deutlich die Befangenheit durch zwei Gewohnheitsvorstellungen: die strahlende Ätherwelle und der in sich geschlossene Stromkreis.

Wäre diese Befangenheit nicht, so würde man sofort vermuten, daß die „negativ geladene", das heißt elektrizitätsarme Kathode aus der Glaswand, die neutral geladen ist, elektrische Nahrung sozusagen heraussauge; mit anderen Worten, man wird vermuten, daß der keraunische Strom vom Glase zum Aluminium gehe und nicht umgekehrt. Das hängt schon damit zusammen, daß die Kathode, die von der Elektrizitätsquelle her negativ gemacht wird, durch das stark verdünnte Gas nicht genügend gesättigt wird, und durch dieses Gas hindurch nicht den Transportweg zur positiv ladenden Elektrizitätsquelle im geschlossenen Stromkreise mit genügendem Erfolge finde. Darum greift die Kathode gewissermaßen saugend die gerade gegenüberliegenden Glaswände an, die unter dem Einflusse der verloren gehenden Ladung zu fluoreszieren beginnen und selbst elektrisch negativ

zu werden beginnen. Auch die Gasmoleküle leuchten in der Nähe der Kathode, wenn ihre keraunischen Hüllen abgesaugt werden.

Man sollte daher nicht sagen, von der Kathode gingen Strahlen senkrecht von der Aluminiumplatte weg, die alles, wodurch sie aufgehalten werden, negativ elektrisch laden. Es ist viel natürlicher zu sagen, daß von neutral geladenen Stellen in gerader Richtung senkrecht zur Kathodenplatte (wenn diese eben ist) keraunische Materie wandern könne, wodurch die Kathode elektrisch der Sättigung näher gebracht wird, die betreffenden Stellen hingegen einen keraunischen Verlust erleiden oder elektrisch negativ werden. Nicht durch die Kathode wird die Glaswand negativ geladen, sondern durch die Glaswand wird die Kathode in der Richtung nach dem Positiven geladen.

Das, was sich die Kathode nicht im geschlossenen Stromkreise genügend zu verschaffen vermag, das holt sie sich außerhalb des Stromkreises sozusagen in der Tangentenrichtung aus einem geradlinigen, „offenen“, der Schließung nicht bedürfenden und doch wirklich aus einem Reservoir strömenden Stromes.

Die Kathodenstrahlen sind eigentlich ein Kathodenstrom zu nennen, denn echte Strahlen sind hier nicht vorhanden. Der Kathodenstrom ist kein Nebenprodukt des Stromes, sondern ein Ersatz für den normalen Strom, ein Konkurrent mit ihm, der dann eintritt, wann der Strom abnorm wird, und sonst die Bedingungen für diesen Ersatz durch einen geraden echten Strom gegeben sind.

Ein Strom ist eigentlich nie geschlossen, und nie offen, sondern entweder gebogen oder gerade zwischen der Stromquelle und dem Stromende. Er läuft entweder, und ist da, oder er ist unterbrochen und dann überhaupt nicht da.

Durch diese Auffassung wird auch die Differenzierung des negativen Glimmlichtes verständlich. Sowie zwischen dem positiven und negativen Glimmlichte der dunkle Faradaysche Raum liegt, so beginnt sich unter dem Einflusse dieses Kathodenstromes, der von der Glaswand nach der Kathode geht, zwischen dem negativen Glimmlichte und der Kathode ein anderer dunkler Raum, der Hittorfsche Raum zu entwickeln. Das negative Glimmlicht umhüllt diesen dunklen Raum, und der dunkle Raum die Kathode.

Die Dunkelheit weist wie beim Faradayschen Raume darauf hin, daß hier die keraunischen Hüllen entweder bereits wiederum dicht genug geworden sind, um das Eigenlicht der Gasmoleküle zu unterdrücken, oder aber daß hier das keraunische Vakuum nicht mehr besteht. Beides kann zusammentreffen. Da die Gasmoleküle in dem umhüllenden Glimmlichte noch ihr Eigenlicht haben, noch elektrisch negativ sind, so können die Moleküle in der Nähe der Kathode nur dadurch zu einer stärkeren Ladung gekommen sein, daß eine neue keraunische Strömung zur Kathode hereingebrochen ist, die nicht dem Stromkreise entspringt, sondern von außen in ihm einmündet. Das ist eben der Kathodenstrom, der wahrscheinlich aus frei fliegenden und daher gerade fliegenden keraunischen Atomen besteht, die ohne Bindung an einen Leiter aus den Punkten der Glaswand auf die Punkte des Kathodenstiftes hinströmen. Je näher der Strom dem Stifte kommt, desto konzentrierter wird er. Zuerst geht er durch die Hülle des negativen Glimmlichtes zunächst ohne dieses auszulöschen. Je mehr sich aber der Kathodenstrom dem Kathodenstifte nähert, desto größer wird die Wahrscheinlichkeit, daß er selbstleuchtende Gasmoleküle durch keraunische Sättigung dunkel macht. Daher muß der dunkle Raum zwischen der negativen Glimmhülle und dem Kathodenstifte liegen, und muß größer sein, je verdünnter das Gas und je dichter der Kathodenstrom wird.

Dem Kathodenstifte unmittelbar anliegend, findet sich eine in Luft gelbliche Schichte, sozusagen eine Lichthaut, die sogenannte erste Kathodenschichte. Die Verhältnisse sind ähnlich denen des normalen Stromes in der Nähe der Anode. Die keraunischen Atome sind hier so zahlreich, daß die Gasmoleküle neutral oder schwach positiv geladen werden, und kurze Funken von ihnen zur Kathode überspringen können.

Der Kathodenstrom ist eben kein negativer Strom, der den Körpern, die ihn aufhalten, eine negative Ladung erteilt, sondern ein positiver Strom, der die Körper, aus denen er entspringt, elektrizitätsarm oder negativ macht, hingegen allen Körpern, die ihn aufhalten, eine positive Ladung erteilt, wenn sie normal waren, und sie mit Elektrizität bereichert, wenn sie negativ waren.

Die Erzeugung des Hittorfschen dunklen Raumes ist eigentlich schon eine Wirkung der Kathodenstrahlen.

63. Röntgenstrahlen.

Die Kathodenströme können durch dünne Metallblätter hindurchgehen. Dies hat Hertz gefunden. Von Glas werden sie gefangen gehalten. Dies stimmt mit dem Leitungsvermögen zusammen. Einer isolierenden Substanz läßt sich nicht leicht keraunische Materie entreißen. Leichter gelingt dies bei gut leitenden Metallmolekülen. Das schlecht leitende Glas gegenüber der Kathode, die gläserne Antikathode, befindet sich in einem keraunischen Vakuum, worin es gelbgrün zu leuchten beginnt. Der keraunische Strom in die Kathode wird wahrscheinlich nicht aus den Elektrosphären des Glases selbst dauernd gespeist, sondern von den wenigen Atomen erhalten, die durch das Glas von außen hineingesaugt werden.

Lenard versah (1893) eine Hittorfsche Röhre mit einem dünnen Aluminiumblatt, das für den Kathodenstrom ein Fenster, für das Licht eine kleine dunkle Stelle im Glas war. Durch dieses „Fenster" wurde die umgebende Luft diffus leuchtend.

Ist durch das Fenster etwas ausgetreten? Ich sage mir, es kann ebensogut etwas eingetreten sein. Das Aluminiumblatt läßt sich keraunische Ladung entreißen und ersetzt den Verlust aus der Umgebung. Es leitet in der Richtung zur Kathode, und weil es leitet, darum leuchtet es nicht. Das Glas aber leitet nicht, und daher ist es alsbald unter einem keraunischen Vakuum, worunter es leuchtet. Ebenso steht es mit den Gasmolekülen, die das Lenardische Fenster von außen umgeben. Sie sind schlechte Leiter, es wird ihnen keraunische Ladung entzogen, und sie geraten in ein keraunisches Vakuum, worin sie diffus zu leuchten beginnen.

Ganz undurchlässig für keraunische Materie ist das Glas nicht.

Im Dezember 1895 entdeckte Röntgen, daß Baryumplatincyanür in der Nähe einer Hittorfschen Röhre aufleuchtete, die mit schwarzem undurchsichtigem Papier umhüllt war. Auch andere fluoreszierende und phosphoreszierende Substanzen wurden selbstleuchtend.

Die Wirkung ist nach der gläsernen Antikathode orientiert, die gelbgrün selbst leuchtet. Es liegt wiederum nahe, sich vor-

zustellen, daß aus der Hittorfschen Röhre durch die Antikathode etwas ausstrahle, die X-Strahlen oder Röntgenstrahlen. Es ist aber schließlich doch wahrscheinlich, daß nichts herausstrahle, sondern etwas hineinströme.

Wenn auch das Glas isoliert, wenn es eine Leitung von Molekül zu Molekül zu unterbrechen hat, so hat doch das Glas Raum zwischen den Molekülen, wo keraunische Atome hindurchgesaugt werden können. Es ist ein Unterschied zwischen der „Leitung" durch die Moleküle, die periodisch aufnehmen und abgeben unter Bevorzugung einer Richtung, und zwischen dem Hindurchwandern frei fliegender keraunischer Atome von einem Orte normaler Häufung in ein keraunisches Vakuum durch ein isolierendes Gitter hindurch. Nur das Gitter selbst isoliert, nicht die Zwischenräume im Gitter.

Die Röntgenstrahlen kann man als die Fortsetzung der Kathodenstrahlen behandeln. Zuerst wird der Raum zwischen der Kathode und der Glaswand keraunisch ausgesaugt, und dann in der Fortsetzung dieses Prozesses durch die Glaswand hindurch die äußere Umgebung.

Die Kathodenstrahlen sind durch den Magnet ablenkbar, die Röntgenstrahlen nicht. Das scheint gegen die keraunische Natur der Röntgenstrahlen zu sprechen. Man muß jedoch beachten, daß in den Kathodenströmen die keraunischen Atome in die Kathodenhülle hineinfliegen und von dieser verschluckt werden oder dem Stromkreise zugeführt werden. Der keraunische Strom ist daher stets einseitig gerichtet und daher ablenkbar. Außerhalb der Hittorfschen Röhre wird das keraunische Vakuum nicht stetig vorhanden sein. Die äußere Umgebung ist nicht durch eine isolierende Hülle geschlossen und auch nicht äußerst luftverdünnt. In der aktiven Phase des röntgenbestrahlten Körpers geht allerdings ein keraunischer Strom zur Glashülle gegenüber der Kathode, aber in der passiven Phase ist das keraunische Vakuum wieder aufgehoben. Es strömt keraunische Materie aus der Umgebung herbei. Es entsteht ein keraunischer Wechselstrom, der seine Richtung entsprechend den molekularen Schwingungszahlen des röntgenisierten Körpers rasch wechselt. Dieser keraunische geradlinige Wechselstrom kann nicht durch einen Magnet abgelenkt werden. Das periodisch gegebene Vakuum reicht aber

hin, die Moleküle des periodisch im Vakuum negativ geladenen Körpers zum Selbstleuchten zu bringen.

Von allen Körpern, von denen Ströme nach der Kathode ausgesaugt werden, gehen auch sozusagen Röntgenstrahlen aus. Eigentlich gesprochen müssen die ausgesaugten Körper selbst wiederum weitersaugen. Sie sind also Orte, zu denen Röntgenströme gerichtet werden. Daher werden auch Gasmoleküle, die durch einen Röntgenstrom fliegen, eines Teiles ihrer keraunischen Hülle beraubt. Sie erhalten dadurch die Fähigkeit, wenn sie aus dem Strome hinausgelangt sind, ihre keraunische Hülle auf Kosten anderer Körper zu ergänzen, und daher insbesondere die Fähigkeit elektrisch stark beladene Körper zu entladen. Der Röntgenstrom selbst wirkt entladend, weil er keraunisch aussaugend wirkt.

Wenn der Röntgenstrom ein geradliniger keraunischer Wechselstrom sein sollte, so müßte eine Kombination von gleichen Zuständen, sowie eine Kombination von entgegengesetzten nach Analogie der Lichtinterferenz möglich sein. In der Tat hat das Bild eines schmalen Spaltes, das durch einen Röntgenstrom zum Leuchten gebracht wird, helle und dunkle Streifen. Aus dieser Analogie folgt noch nicht, daß der Röntgenstrom eine Ätherwellenbewegung sein müsse. Die daraus berechnete Wellenlänge geht eigentlich auf die molekulare Schwingungszahl des röntgenisierten Körpers zurück.

Löscht man in einem keraunischen geradlinigen Strome parallele Schichten in der Stromrichtung aus, so ist der Strom zwar nicht polarisiert, aber doch nicht mehr normal. Löscht man nun zum zweiten Male parallele Schichten aus, die in der Stromrichtung liegen und senkrecht zu dem ersten Systeme von Schichten stehen, so bleiben vom keraunischen Strome nur dünne parallele Strömchen übrig. Sind diese Strömchen sehr dünn, so daß die Wirkung nicht mehr nachweisbar ist, so ist der Strom scheinbar durch echte Polarisation ausgelöscht worden. Die Polarisierbarkeit der Röntgenströme beweist eigentlich nicht strenge eine Ätherwellenbewegung. Man kann sogar die Auffassung verteidigen, daß auch die Polarisation des Lichtes auf der Auslöschung von parallelen Schichten und auf der Erzeugung von dünnen wirkungslosen Lichtströmchen beruhe.

Für die keraunische Natur des Röntgenstromes spricht, daß der Röntgenstrom weder gebrochen noch reflektiert wird. Ferner spricht dafür, daß Glas und durchsichtige Kristalle weniger durchlässig sind als Holz und Leder.

Die Wirkung des Röntgenstromes wird verstärkt, wenn der Kathode die Form eines Hohlspiegels gegeben wird, und der Antikathode die Form eines Platinbleches, das schief zur Achse des Spiegels steht, und dessen Mittelpunkt zugleich der Krümmungsmittelpunkt des Spiegels ist. Die abbildenden Wirkungen werden dann schärfer, als kämen Strahlen aus dem Krümmungsmittelpunkte des Spiegels.

Wenn in dem Kathodenspiegel jeder Punkt als Saugpunkt wirkt, so erzeugt jeder Punkt eine gerade Stromlinie normal zu seiner Tangentialebene. Das heißt, alle durch Ansaugung entstandenen Strömungen treffen sich im Krümmungsmittelpunkte der Kathode, bevor sie diese selbst treffen. Wird einem Körper, der zum Selbstleuchten gebracht wird, in der Richtung dieser Ströme keraunische Materie zur Kathode hin entzogen, so hat man den Eindruck, als kämen die Strahlen aus dem Krümmungsmittelpunkte der Kathode nach dem Körper, während im Gegenteile Ströme aus dem Körper nach dem Krümmungsmittelpunkte gehen. Unsere Gewohnheit, immer mit Strahlen zu arbeiten, legt da eine Deutung hinein, die uns befangen macht.

Diese Stromlinien müssen durch Zufuhr keraunischer Materie ernährt werden. Dazu ist die Antikathode in der Form eines Platinbleches da. Das Platin läßt sich von der Kathode aussaugen, und zwar zunächst aus demjenigen Platinpunkte heraus, der im Krümmungsmittelpunkte der Kathode liegt. Die anderen Stellen des Platins verhalten sich vorzugsweise so, daß sie diesem Punkte keraunische Materie gut leitend zuführen, und immer neu aus der Umgebung auffangen. Nur zum Teile werden die anderen Platinstellen direkt von der Kathode ausgesaugt.

Dieses Platinblech saugt nun selbst ähnlich wie die Kathode und erzeugt dadurch Stromlinien, die normal zur Ebene des Platinbleches parallel gerichtet sind. Die „abbildende“ Wirkung der Kathode wird durch die „abbildende“ Wirkung des Platinbleches unscharf gemacht.

Will man daher den Nutzen des Platinbleches haben, indem

dieses die Strömung ernähren soll, und den Schaden vermeiden, indem das Platinblech nicht abbilden helfen darf, weil es das „Bild“ unscharf macht, so müssen die auf das Platinblech gerichteten Ströme seitlich hinausgeworfen werden. Dies geschieht, indem das Platinblech schief zur Achse der Kathodenkrümmung gestellt wird.

64. Das Problem der Radiumstrahlung.

Die von H. Becquerel 1896 entdeckten Uranstrahlen (Becquerelstrahlen) gehen, wie insbesondere die Untersuchungen von H. und Fr. Curie gezeigt haben, auch bei Lichtausschluß von gewissen Stoffen aus, die im Uranerz enthalten sind. Es sind dies insbesondere Radium (ähnlich dem Baryum), Uranium und Thorium. Daran schließen sich Polonium (ähnlich dem Wismuth), Aktinium (ähnlich dem Titan), Radioblei, Radiotellur und Emanium. Die letzteren Stoffe sind schwer oder nicht charakterisierbar, da sie in zu geringen Mengen erhalten werden.

Die Strahlen selbst sind natürlich unsichtbar. Das empirische Substrat für ihre Konstruktion sind nur die Wirkungen auf benachbarte Dinge. Die Orte der Wirkung verbindet man in der Phantasie mit dem Orte der radioaktiven Stoffe durch Strahlen. Solche Wirkungen sind die erhöhte Leitungsfähigkeit von Gasen für elektrische Entladungen, die Erzeugung von Ozon in der umgebenden Luft. Stoffe, die in ultravioletter Bestrahlung oder in Röntgenbestrahlung phosphoreszieren oder fluoreszieren, tun dies auch in der Nähe radioaktiver Stoffe. Platincyanbaryum wird gebräunt, Chlorophyll wird gebleicht, gelber Phosphor wird in roten verwandelt, und viele andere chemische, physiologische und physikalische Wirkungen lassen sich auf die Annäherung radioaktiver Stoffe als ihre Ursache beziehen.

Nun ist es interessant zu sehen, wie lebhaft die Tätigkeit der Hypothesenbildner durch diese Tatsachen im Verlaufe weniger Jahre angeregt wurde und wie monoton die Resultate dieser Hypothesenflut ausfallen, da sich die Phantasie um die Vorstellung der Strahlen aus dem Radium heraus wie gebannt dreht.

Die Becquerelstrahlen werden weder gebrochen noch reflek-

tiert wie die Lichtstrahlen. Sie haben weder Interferenz noch Polarisation. Sie scheinen also keine Strahlen im Sinne von Lichtstrahlen zu sein. Gegenwärtig betrachtet man fast allgemein die Becquerelstrahlen als Ausschleuderung einer Menge von Elektrizitätseinheiten. Damit stimmt die Ablenkbarkeit einiger Strahlengruppen durch einen Magnet. In dieser Auffassung haben dann die Becquerelstrahlen nur den Namen von Strahlen und die Eigenschaften von keraunischen Strömen, und zwar von geradlinigen Strömen, die von einem Orte der Erzeugung zu einem Orte des Verbrauches gerichtet sind, ohne im Kreise geschlossen zu sein.

Ferner ist charakteristisch, daß man von der radioaktiven Substanz immer etwas austreten statt etwas hineinströmen läßt. Dadurch entsteht das Vexierrätsel einer unerschöpflichen Energiequelle.

Man wundert sich nicht, daß der Magnet trotz der Ausübung seiner magnetischen Wirkungen weder an Gewicht noch an Magnetismus etwas verliert, noch auch einen chemischen Prozeß erkennen läßt. Daher sollte man sich auch nicht wundern, daß radioaktive Substanzen ihr Wirkungsvermögen nicht langsam oder schnell einbüßen. Man wundert sich aber doch, und das kommt von der gewohnheitsmäßig festgehaltenen Vorstellung der Strahlung aus dem Ding heraus auf Grund einer geborgten und daher erschöpfbaren Energie.

Da der Magnetismus keine allgemeine Eigenschaft der Materie ist, sondern auf einer Besonderheit der molekularen Struktur beruht, so wird auch die Radioaktivität am ungezwungensten durch eine Besonderheit der molekularen Struktur zu beleuchten sein.

Es genügt schließlich anzunehmen, daß die radioaktiven Stoffe große Phasenunterschiede der Moleküle hinsichtlich der Elektrosphären besitzen.

In der passiven Phase werden sie dann die keraunischen Atome aus der Umgebung an sich ziehen. Sie werden in der Umgebung ein keraunisches Vakuum erzeugen und benachbarte Dinge, die elektrisch neutral sind, elektrisch negativ machen können; freilich nur negativ für die Dauer der Phase. In der aktiven Phase werden sie einen Überschuß keraunischer Atome um sich herumschleudern, wodurch sie elektrisch neutrale Dinge

elektrisch positiv machen können; freilich wiederum nur positiv für die Dauer der Phase. Bei dem raschen Wechsel der Phasen kann der rasche Wechsel entgegengesetzter starker Ladungen der benachbarten Träger keraunischer Hüllen einen tiefen Eingriff in die Molekularstruktur und mindestens eine heftige innere Erschütterung eines komplizierteren Aggregates bedeuten. Darauf dürften die physiologischen und physikalischen Wirkungen zurückzuführen sein, insbesondere die Fluoreszenz, die Phosphoreszenz, die physiologischen und die chemischen Veränderungen.

Wird eine Metallkugel an einem Seidenfaden aufgehängt und durch einen geriebenen Glasstab mit Glaselektrizität positiv geladen, so vermag die umgebende Luft diese Ladung nur sehr langsam abzunehmen. Die Luft ist ein Isolator. Bringt man aber Radium in die Nähe dieser Kugel, so wird die positive Ladung der Kugel rasch verschwinden. Das Radium kann von der Kugel verhältnismäßig weit entfernt sein. Es genügt, daß die Kugel in die große Elektrosphäre des Radiums eintauche. In der passiven Phase des Radiums wird der Kugel die positive Ladung abgesaugt. In der aktiven Phase werden dieser Kugel nicht mehr keraunische Atome hingeschleudert als jedem anderen Körper innerhalb der Elektrosphäre, so daß die Kugel im Verhältnisse zur Umgebung immer den gleichen Ladungszustand wie die Umgebung besitzt, also nicht mehr als diese geladen wird.

Man kann auch annehmen, daß das Radium nicht direkt der Kugel die keraunische Überladung absaugt, sondern zunächst die Luft irgendwie verändere und dadurch zu einem guten Leiter mache, worauf erst die leitend gemachte Luft die Entladung der Kugel besorgt. Unbedingt notwendig ist diese Annahme nicht.

In der passiven Phase wird sich das Radium wie die Kathode im Kathodenstrom verhalten; sie wird der Umgebung keraunische Ladung entziehen. In der aktiven Phase wird sich das Radium wie ein brennendes Magnesiumband im Hallwachs-Effekt verhalten; es wird die Umgebung positiv laden, sowie das Magnesiumband gleichzeitig ein Erschütterungszentrum für die aktinische Materie, eine Licht- und ultraviolette Strahlenquelle und zugleich ein Erschütterungszentrum für die keraunische Materie ist, indem auch keraunische Atome weggeschleudert und dadurch ein elek-

trisch negativ geladener Körper der Umgebung neutralisiert wird. Auch hier kann man annehmen, die ultravioletten Strahlen der aktinischen Materie machten erst die Luft leitend, und auch hier ist diese Annahme nicht unbedingt notwendig.

Die Umgebung einer radioaktiven Substanz wird periodisch entgegengesetzte elektrische Zustände haben. Der keraunische Strom zum Radium wird mit einer allseitigen keraunischen Ausschleuderung vom Radium rasch abwechseln. Der Strom zum Radium unterhält den Strom vom Radium, so daß das Radium selbst nichts anderes beizustellen hat als einen großen Phasengegensatz der Innenbewegung der Molekularstruktur, die so unerschöpflich ist wie die Eigenbewegungen der Amere, aus denen diese Innenbewegung resultiert.

Der Strom vom Radium oder die Wegschleuderung der keraunischen Atome kann auf alle Richtungen des Raumes gleichmäßig verteilt sein, wenn die Molekularstruktur des Radiums dies zuläßt. Der Strom zum Radium kommt aus einem bestimmten Dinge, und daher aus bestimmten Richtungen. Er ist im Raume ungleichmäßig verteilt. Wo viel keraunische Materie abgesaugt werden kann, dort ist er dichter. Er reagiert daher wie jeder keraunische Strom auf den Magnet, und der Magnet auf ihn. Da es einen Strom und einen Gegenstrom gibt, so können Kombinationen geschaffen werden, die sich in den magnetischen Wirkungen aufheben. Eine magnetische Wirkung ist nur dort möglich, wo der eine Strom dichter ist als der periodisch mit ihm wechselnde Gegenstrom.

Dabei bleibt die Frage offen, wohin das Quantum keraunischer Materie komme, das in der passiven Phase nicht mehr den Weg zum Radium zurücknimmt. Es ist nämlich eine Frage der Geschwindigkeit und der Richtung, ob nicht immer ein Teil der keraunischen Atome aus der Elektrosphäre des Radiums entkommt. Diese frei gewordenen Atome können auf ihrem ferneren Wege von Körpern, die außerhalb der Elektrosphäre des Radiums sind, aufgefangen werden. Dadurch werden die Elektrosphären der auffangenden Körper überladen oder positiv elektrisch. Für die entkommenden keraunischen Atome müssen in der passiven Phase andere von beliebigen Richtungen her eintreten, die zur gemeinsamen Elektrosphäre des Planeten ge-

hören, oder aber aus den Elektrosphären benachbarter Körper abgesaugt werden. Da die Abgabe dieser Körper an das Radium nicht durch die Zurücksendung kompensiert wird, weil die Wegschleuderung nach allen Seiten verfolgt, so wird alles, was sich innerhalb der Elektrosphäre einer radioaktiven Substanz befindet, elektrisch abgesaugt oder elektrisch negativ.

Die Gasemanationen des Radiums können sehr verschieden gedeutet werden. Es liegt nahe, diese Emanationen als praktisch unwägbare, theoretisch aber wägbare Umwandlungen des Radiums aufzufassen. Ähnlich wie Kampfer verdampft, würde dann die Radiumverbindung sich chemisch verwandeln, und das Umwandlungsergebnis wäre ein Gas, das weiter verwandlungsfähig ist. Das Radium und die radiumähnlichen Substanzen wären dann ein Rest der noch nicht zur definitiven Elementarisierung gelangten Materie.

Eine Schwierigkeit dieser Auffassung liegt in der Langsamkeit und Geringfügigkeit der Umwandlung des Radiums. Es ist nicht einzusehen, warum diese Umwandlung nicht sämtliche Radiumatome zugleich ergreift, namentlich dann, wenn die Radiumverbindung in Lösungsform gebracht wird.

Die Radiumemanation gestattet auch eine ganz andere Auffassung. Die gasartige Emanation muß nicht unbedingt aus der Substanz des Radiums gebildet sein.

Bleiben wir zum Beispiel bei der Annahme, daß das Molekül einer Radiumverbindung durch eine ungewöhnlich große Elektrosphäre ausgezeichnet sei, die wiederum mit einem ungewöhnlich großen Phasengegensatze der elektrischen Ladungsfähigkeit zusammenhänge. In der passiven Phase wird eine ungewöhnlich große Menge keraunischer Atome im Binnenraume des Radiumaggregates und um dieses herum aufgehäuft sein. Die keraunische Materie wird in dieser Phase ungewöhnlich verdichtet sein.

Nun wissen wir nicht, ob die keraunischen Einheiten oder Atome nur als Aggregate erster Ordnung existieren, worin sie den größeren und langsameren chemischen Prothyleinheiten analog gebaut sind. Es ist möglich, daß auch die keraunische Materie, wenn auch nur ausnahmsweise, sich zu Aggregaten zweiter, dritter und selbst vierter Ordnung aufbaut. Sowie ein chemisches

Gas im molekularisierten Zustande durch Zusammendrängung der Moleküle verflüssigt werden kann, also Aggregate nächst höherer Ordnung bildet, die zu einer Flüssigkeit zusammenrücken, so wäre es auch nicht unmöglich, daß keraunische Aggregate erster Ordnung in der passiven Phase innerhalb des Moleküles der Radiumverbindung so verdichtet werden, daß sie zu Aggregaten zweiter, dritter, vielleicht sogar vierter Ordnung umgewandelt werden. In der aktiven Phase werden dann nicht nur keraunische Aggregate erster Ordnung oder gewöhnliche keraunische Atome weggeschleudert werden, sondern auch diese langsameren und größeren keraunischen Aggregate. Diese können sich nicht nur der Luft auf weite Strecken hin mitteilen, sondern auch in die Elektrosphären benachbarter Gegenstände, der Zimmerwände u. s. f. einbezogen werden und an die chemischen Aggregate infolge ihrer geringeren Geschwindigkeit und bedeutenderen Größe besser gebannt bleiben als die gewöhnlichen keraunischen Atome.

Jedes dieser Aggregate höherer Ordnung kann wie ein ultramikroskopisch kleiner Kugelblitz in Aggregate niederer Ordnung explodieren. Jedes dieser Aggregate wird gewöhnliche keraunische Atome oder mindestens Aggregate der nächst niederen Ordnung in der Explosion wegschleudern, und sich hierin wie Radium in der aktiven Phase verhalten. Diese keraunischen Aggregate höherer Ordnung erschöpfen sich selbstverständlich durch die Explosion oder durch die Rückkehr zur gewöhnlichen Aggregationsstufe, während das Radium selbst sich nicht erschöpft, wenn es die Emanation nur formt, und nicht aus seiner eigenen Substanz bildet.

Diese keraunischen Aggregate höherer Ordnung können während ihrer nach Tagen zählenden Existenz in die chemischen Aggregate so aufgenommen oder absorbiert sein, daß sie die chemischen Aggregate radioaktiv machen. Wenn nämlich die keraunischen Aggregate höherer Ordnung gleichfalls einen großen Phasengegensatz ihrer Innenbewegung besitzen, so treiben sie auch das chemische Aggregat, wenn sie im Innern dieses Aggregates untergebracht sind, periodisch stark auseinander. Die Verhältnisse sind dann ähnlich als ob das chemische Aggregat aus eigener Fähigkeit einen großen Phasengegensatz seiner

Innenbewegung hätte, womit wiederum ein großer Gegensatz der keraunischen Aufnahmsfähigkeit zusammenhängt.

Nach der Hypothese von Rutherford sind die Teilchen der radioaktiven Substanzen selbst labile Systeme von Elektronen oder Elektrizitätsatomen, die nach und nach in kleinere Systeme zerfallen, wobei einzelne Elektronen mit großer Geschwindigkeit entweichen.

Nach der Hypothese der einheitlichen Materie, die hier soeben auf das Radiumproblem angewendet wurde, besteht eine Ähnlichkeit zwischen den Elektronen und den keraunischen Einheiten. Ein durchgreifender Unterschied zwischen den beiden Darstellungen besteht darin, daß durch die keraunische Materie keineswegs die Erscheinungen der chemischen erklärt werden sollen. Sämtliche physikalische Erscheinungen sollen vielmehr auf das Urstoßgesetz zurück gehen, das einerseits für die großen und langsamen chemischen Amere, und andererseits für die kleineren und schnelleren keraunischen Amere gleichmäßig gilt. Da aber die keraunische Materie die chemischen Aggregate umhüllt, so wird sie von diesen überall hin mitgenommen als eine veränderliche Elektrosphäre. Die periodischen Veränderungen des Aggregates stehen mit den Veränderungen der Elektrosphäre in Wechselwirkung. Die keraunische Materie hat aber nicht, wie es bei fast allen Elektronenhypothesen der Fall ist, den Charakter dessen, wodurch die träge chemische Materie sozusagen erst belebt und gelenkt wird. Die Eigengeschwindigkeit und die Eigenrichtung kommt nach der hier vorgeführten Auffassung der Einheitlichkeit der Materie allen Größen- und Geschwindigkeitsklassen der letzten Teilchen gleich ursprünglich zu, es mag sich um frei fliegende Uratome oder um aggregierte letzte Teilchen der chemischen, der keraunischen oder der aktinischen Materie handeln.

Das Radium und die radiumähnlichen Substanzen werden hier der chemischen Materie zugeordnet. Sie werden hier nicht als labile Systeme von Elektronen behandelt, sondern als chemische Aggregate, durch deren Innenbewegung erst labile Aggregate höherer Ordnung der keraunischen Materie erzeugt und ausgeschleudert werden, nachdem die isolierten kleinen Einheiten der keraunischen Materie in das Aggregat eingedrungen sind.

Es handelt sich hier um etwas, das der Einsaugung, Ozonisierung und Ausstoßung des gewöhnlichen Sauerstoffes ähnlich ist.

In analoger Weise läßt der Zusammenhang des Heliums mit Radium zwei Auffassungen zu. Das Helium kann ein chemisches Umwandlungsprodukt der Radiumemanation sein, und diese ein chemisches Umwandlungsprodukt des Radiums, wobei die Frage der chemischen Zwischenstufen unberührt bleiben möge.

Der Zusammenhang kann aber auch in anderer Art hergestellt werden. Wenn man einmal annimmt, daß das Radium die keraunische Materie sozusagen fortwährend abwechselnd einsaugt und auswirft, und dabei die auszuwerfende Materie teils im gewöhnlichen, teils im höher aggregierten Zustande weggeschleudert, dann liegt es nur in der Konsequenz dieser Annahme, daß ein weggeschleudertes keraunisches Atom höherer Ordnung (Radiumemanation) im Falle der explosiven Rückkehr zur niederen Aggregationsstufe ein chemisches Gasmolekül, etwa ein Sauerstoffmolekül, explosionsweise zerreist. Wird nicht nur das Molekül in Atome zersplittert, sondern auch das Atom in kleinere Atome von geringerer Atomogenenzahl, so kann das Helium ein Ergebnis dieser Atomzersplitterung sein. Die Radiumemanation müßte sich dann durch die Entstehung des Heliums erschöpfen, und trotzdem wäre das Helium nicht aus der Substanz der Radiumemanation hervorgegangen. Namentlich dann wird diese Vorstellung plastisch sein, wenn man ein keraunisches Atom höherer Aggregationsstufe zunächst in das betreffende chemische Gasmolekül eintreten läßt, so daß die Radioaktivität erhalten bleibt. Durch die später eintretende Explosion im Innern des chemischen Gasmoleküls erlischt die Radioaktivität und gleichzeitig die Zugehörigkeit der Atome dieses Moleküles zu seinem bisherigen Elemente. Das Helium ist dann ein neugebildetes Quantum eines anderen Elementes. Das Atomgewicht des Heliums wird mit 3,96 angegeben. Dies entspräche einer Atomogenenzahl 24, mithin dem Viertel der Atomogenenzahl des Sauerstoffatomes 96.

Das chemische Gas, das in Helium verwandelt werden soll, kann in der Radiumverbindung physikalisch absorbiert gewesen sein. Es ist nicht ausgeschlossen, daß mit dem großen Phasen-

gegensatze dieselbe Absorptionsfähigkeit gegeben ist, die sonst den Flüssigkeiten zukommt.

Dabei bleibt die Frage offen, ob das Helium sich unter gewissen Bedingungen wiederum in das ursprüngliche Element, etwa in Sauerstoff, zurückverwandle und ob es vielleicht nur bei hoher Temperatur wie in der Sonne und im Erdinnern ein wirklich beständiges Gas sei. Man könnte dann allerdings aus der Anwesenheit von Radium auf die Existenz von Helium schließen, aber nicht mit derselben Wahrscheinlichkeit aus der Anwesenheit von Helium auf die Existenz von Radium. Das Helium kann seine Urentstehung aus Atomogenen ebenso gehabt haben wie der Wasserstoff. Das Helium kann in dem einen Falle das Ergebnis eines langsamen Wachstums der atomogenisierten Materie sein, und in dem anderen das Ergebnis einer Sprengung einer Einheit der molekularisierten Materie.

Ferner kann die Wärmeentwicklung des Radiums mit einem Chemismus zusammenhängen. Es ist aber auch denkbar, daß das Radium eine abnorm hohe Eigenwärme besitze. Das würde in der Konsequenz des großen Phasengegensatzes liegen. Wenn der Uratomenäther gleich dicht ist und alle Wärmeableitungen vollzogen sind, tritt nicht eine mathematisch genaue Gleichheit der Temperatur ein, sondern die Innenbewegungen der Aggregate richten sich einerseits nach der Zahl der Uratome, und andrerseits nach der Eigenart des Aggregates. Die Aggregate behalten kleine Temperaturdifferenzen. Diese Abhängigkeit der Temperaturdifferenzen von Ursachen, die im Bau der Aggregate und nicht in der von außen zugeführten oder entzogenen Wärme liegen, kann man die Eigenwärme der Aggregate nennen. Hat das Radium eine hohe Eigenwärme, dann muß immer der Schein entstehen, als würde durch irgend einen theoretisch erschöpfbaren Prozeß Wärme erzeugt werden, weil man eben in Gedanken die Temperaturen aller benachbarten Aggregate in der Abwesenheit einer störenden äußeren Ursache mathematisch gleich setzt.

Wenn die Radioaktivität mit abnorm großen Phasengegensätzen der Elektrosphären zusammenhängen sollte, dann ist sie ebenso wie der Magnetismus in einer Abnormität der Molekülform begründet. Es ist dann nicht befremdend, sondern hoch interessant, daß dieses Einsaugungs- und Ausstoßungsver-

mögen für keraunische Materie durch starke Erhitzung zerstört, durch Auflösung und Fällung aus der Lösung wiederhergestellt werden kann.

65. Die Verteilung der keraunischen Materie.

Für alle Körper auf unserem Planeten gibt es im Grunde genommen eine einzige gemeinsame Elektrosphäre: diejenige des Planeten, worin alles eingetaucht ist. Die sogenannten eigenen Elektrosphären sind nur Verdichtungsbezirke dieser großen und alle Ausgleichungen gehen nur zwischen Verdichtungsbezirken vor sich.

Keraunische Atome, die in keinen bestimmten Verdichtungsbezirk gebannt sind, sondern nur der gemeinsamen Elektrosphäre angehören und irgendwo zwischen den Verdichtungsbezirken ihre Wege beschreiben, kann man relativ frei nennen. Die Freiheit besteht vorübergehend, da jedes freie Atom in einen ungesättigten Verdichtungsbezirk geraten und dort gebannt werden kann. Auch die Bannung besteht nur vorübergehend, da jedes gebannte Atom in die Freiheit entlassen werden kann, wenn das chemische Aggregat durch irgend welche Lagerungsänderungen die ihm angemessen große Elektrosphäre verkleinert.

Die Verdichtungsbezirke sind relativ sehr groß. Die Elektrosphären benachbarter chemischer Aggregate verfließen in einen gemeinsamen Verdichtungsbezirk mit entsprechend vielen Verdichtungszentren.

Eine Hohlkugel aus Glas, die sehr stark verdünnte Luft enthält und worin zwei Elektroden eingeschmolzen sind, isoliert zwar diese Elektroden bezüglich der chemischen Materie, nicht aber bezüglich der keraunischen Hüllen. Beide Elektroden bleiben in einen gemeinsamen Verdichtungsbezirk eingetaucht, der allerdings in jeder Elektrode ein anderes Verdichtungszentrum hat.

Auch negativ, das heißt schwächer als normal geladene Körper haben räumlich große Elektrosphären. Die Negativität besteht nicht darin, daß die Sphäre kleiner als normal, sondern darin, daß sie verdünnter als normal ist. Die keraunische Materie kann heute nicht mehr als eine Flüssigkeit gedacht werden, deren Quantum bei der negativen Ladung verringert wird, sondern

etwa als eine Summe von keraunischen Atomen, die im Sinne der kinetischen Gashypothese bald in größerer bald in kleinerer Anzahl für die Raumeinheit fliegen.

Ein aufnahmsfähiges chemisches Aggregat ist nicht genötigt, keraunische Ladung aus der Ferne anzuziehen. Diese kommt von selbst in der Form frei fliegender Atome aus allen Richtungen heran, und es genügt, sie durch die gewöhnlichen Uratomenstöße in einem gewissen Spielbezirke festzuhalten, der den keraunischen Atomen eine ähnliche Bewegungsfreiheit läßt, wie sie die Gasmoleküle in unserer Atmosphäre haben.

Wäre unsere Erde hohl und der Luft ein Weg in die Höhlung offen, so würde sich die Luft nicht an der Oberfläche allein sammeln, sondern auch in das Erdinnere dringen. Der Luftdruck wäre in der Mitte der Hohlkugel am größten. Für eine Hohlkugel und ihre Elektrosphäre wird dasselbe gelten.

Man wird nicht sagen können, der Hohlraum besitze keine Elektrizität in dem Sinne, daß dort keine keraunische Materie sei. Im Gegenteil, sie wird dort am dichtesten sein. Andrerseits werden in dem Hohlraume keine elektrischen Entladungen von einem Punkte der Hohlkugel zu einem anderen stattfinden. Die Verdichtungsbezirke in der gemeinsamen Elektrosphäre haben sich gegenseitig gleich gemacht oder sie sind entsprechend proportioniert. Die freien keraunischen Atome stoßen sich im Innern der Kugel gegenseitig ab, so oft sie sich treffen. Es gibt aber nichts, wodurch die einmal getroffene Verteilung der Verdichtungsbezirke gestört werden könnte. Bei dieser Anordnung gibt es im Innern der Kugel keine Elektrizität im Sinne von sichtbaren Bewegungen der chemischen Materie, die durch die keraunische erzeugt würden.

Die Ladung der Kugel sitzt überall: an der inneren Oberfläche der Hohlkugel, an der äußern und im Innern des Materiales wie im Innern der Hohlkugel, sowie außen weit um die Kugel herum. Die Ladung ist hier der Inbegriff der keraunischen Atome der hierhergehörigen Elektrosphären aller chemischen Aggregate der Kugel. Dazu kommen noch im Innern die frei fliegenden keraunischen Atome. Versteht man aber unter Ladung dasjenige Quantum keraunischer Materie, das man ihr unter gewissen Bedingungen entziehen kann, dann sitzt die Möglich-

keit der Entziehung nur an der Oberfläche. Nicht die Ladung selbst, sondern die Möglichkeit, der Ladung etwas zu entnehmen und einem anderen Körper zu übertragen, ist auf die Oberfläche beschränkt.

Die Analogie der gemeinsamen Elektrosphäre aller Moleküle des Planeten mit der Atmosphäre gibt den Leitfaden zur Ausgestaltung der Hypothese. Mit dem Luftozean zugleich umgibt die Erde ein keraunischer Ozean.

Daraus erklärt sich zunächst die Erhaltung der elektrischen Ladung. Von der Atmosphäre des Planeten geht nichts verloren trotz der Expansion der Gase, weil die Gravifikation die Gasmoleküle schließlich immer wieder zurückholt. Die Atmosphäre würde auch dann zu einer Kugel zusammengehalten werden, wenn der feste Erdkern gleich null wäre. Das besorgt schon die Gravifikation der Gasmoleküle gegeneinander. Sie werden zwar durch ihre große Eigengeschwindigkeit verhindert beisammen zu bleiben und sich zu einer Flüssigkeit zu verdichten. Diese Geschwindigkeit kann aber nicht verhindern, daß dieselben Gasmoleküle durch die Gravifikation immer neuerdings gegen den Mittelpunkt der Gaskugel zurückgetrieben werden. Dasselbe wird von den keraunischen Atomen gelten. Sie werden sich zu einem keraunischen Ozean um die Erde formen, der hoch über der Atmosphäre beginnt und bis zum Mittelpunkte der Erde reicht. Innerhalb des Ozeans werden die keraunischen Atome sich gegenseitig abstoßen, aber doch nicht den Planeten verlassen, da sie durch die Gravifikation immer wieder zurückgebracht werden. Wollte man anders denken, so müßte man eine plausible Antwort zur Hand haben, wie es möglich sei, daß der Planet auch nur einen Tag lang die elektrische Ladung der Erde und der Luft behalten könne, und wie es möglich sei, daß der Zerstreuungsverlust wieder hereingebracht werde.

Sowie die Dichte der Atmosphäre mit der Höhe abnimmt, so wird dasselbe bei der Elektrosphäre der Fall sein und aus denselben Ursachen. Bei der Beurteilung der Ladung muß man vorsichtig sein. Wenn der keraunische Gehalt der komponenten Elektrosphären der einzelnen Moleküle nach dem Erdmittelpunkte zunimmt, so ist damit noch nicht gesagt, daß sich diesem Gehalte große Quanten leicht entnehmen lassen. Es kann im Gegenteile

ein großes Festhaltungsvermögen dazu führen, daß ein großes Quantum festgehalten wird, und trotzdem der betreffende Körper „negativ geladen“ erscheint. Das heißt nur, es ist in dieser Erdgegend aus der reichen Ladung nichts herauszubekommen; es wird sogar ein Zuwachs an keraunischer Materie, wenn er sich findet, festgehalten. Daher die Erscheinungen der sogenannten negativen Elektrizität. Andrerseits kann in anderen Höhen der Gehalt an keraunischer Materie verhältnismäßig klein sein, aber das Festhaltungsvermögen geringer, so daß keraunische Materie leicht abgegeben wird. Trotz geringeren Gehaltes werden die Erscheinungen positiver Elektrizität auftreten. Nehmen wir daher einen keraunischen Ozean, dessen Dichte gegen den Erdmittelpunkt zunimmt, so befinden wir uns dabei durchaus nicht im Widerspruche damit, daß die Erdoberfläche, was die Entladungsmöglichkeit betrifft, gewöhnlich negativ elektrisch ist und die höheren Luftschichten positiv.

Den Luftwellen der Atmosphäre werden die Wellen des keraunischen Ozeans analog sein. Unter einem keraunischen Wellenberge werden die Luftschichten reicher an keraunischer Materie werden. Sie werden eine positiv stärkere Ladung erhalten und an die Erde weitergeben. Wird die Ladung durch Wolken (schlechte Leiter) aufgehalten, so werden die Wolken stark geladen, ohne die Ladung weiterzugeben. Unter solchen Umständen erfolgt die Wanderung zur Erde schließlich in der Form von Blitzen. Unter den Wellentälern wird die keraunische Dichte abnehmen. Es kann jetzt eine Wanderung der keraunischen Atome von der Erde zur Luft eintreten in dem Sinne, daß das Wellental ausgefüllt wird. Der ruhigen Oberfläche des keraunischen Ozeans entsprechen dann ruhige Verteilungen der keraunischen Materie über der betreffenden Gegend. Dem wechselnden Luftdruck analog ist der wechselnde keraunische Druck.

Wärmegewitter mit nachfolgender Ausheiterung fallen nicht unter den Gesichtspunkt der keraunischen Wellen. Hier wirken die Wassertröpfchen als Verdichtungsbezirke. Sei es nun, daß die angesammelte keraunische Materie in der Form des Blitzes entweicht und dadurch die Verdichtung der Moleküle zu Regen bewirkt, oder sei es umgekehrt, daß durch die Verdichtung infolge der Abkühlung die Ladung überschüssig wird, jedenfalls

sind hier lokale Ursachen tätig und keine groß angelegte Wellenbewegung, im keraunischen Ozean.

Auf eine konstante Strömung im keraunischen Ozean weist jede Magnetnadel hin. Ampères Hypothese des Magnetismus setzt keraunische Strömungen parallel zum magnetischen Äquator der Erde von Osten nach Westen voraus und keraunische Strömungen um die Achse des Magnetes für jedes magnetische Molekül. Die Magnetnadeln müssen in diese Strömung eingetaucht sein, wenn sie gerichtet werden sollen. Dies alles weist auf die gemeinsame keraunische Sphäre des Planeten hin, worin die keraunischen Atome von einem Verdichtungsbezirke in den anderen wandern. Diese Strömungen müssen aber auch hoch oben gehen, denn die Polarlichter haben den Charakter von Glimmlichtern. Sie lassen sich am leichtesten als keraunische Strömungen auffassen, die in sehr verdünnter Luft oft aus einer Höhe von über 100 km nach den magnetischen Polen der Erde inklinatorisch gerichtet sind. Intensive Polarlichter fallen zeitlich mit Störungen des Erdmagnetismus, mit Gewittern und Stürmen zusammen. Die Richtung der keraunischen Hauptströmung hängt offenbar mit der relativ entgegengesetzten Rotationsrichtung der Erde zusammen.

66. Drehung einer Strombahn durch eine andere.

Es ist auffallend, daß ein keraunischer Strom nicht nur einen anderen Strom anziehen und abstoßen kann, sondern daß auch die grobe chemische Materie, die eine weit größere Amerenmasse hat, bei diesen Anziehungen und Abstoßungen mitgenommen wird, die doch nur von einem äußerst feinen Gase ausgehen, das bezüglich der Aggregationsstufe den Prothyleinheiten oder vielleicht den Atomogenen analog gebaut ist.

Hier empfiehlt es sich, ein Gleichnis aus der kinetischen Gashypothese zu formen, und zwar unter der Benutzung einer Fiktion.

Denken wir uns einen Zylinder mit zwei Kolben und zwischen den Kolben im Zylinder eingeschlossen ein Quantum Gas. Entnehmen wir einen Teil dieses Gases, so werden die zwei Kolben durch den äußeren Druck zusammenrücken, als zögen sie sich selbst und unmittelbar an. Vergrößern wir das eingeschlossene

Gasquantum, so werden die zwei Kolben auseinanderrücken, als stießen sie sich selbst und unmittelbar ab.

Nun denken wir uns, wir würden das Gasquantum weder vermehren noch vermindern; die Kolben aber hätten die geheimnisvolle Fähigkeit, in das Gas eine Strömung hinein zu bringen. Jeder Kolben bewirke, daß die Gasmoleküle durchaus in parallelen Bahnen und parallel zur Grundfläche der Kolben auf und ab fliegen. Das Gleichnis läßt sich hier nicht zu Ende führen, weil die Gasmoleküle an der Wand des Zylinders umkehren und daher die Wege aufwärts und abwärts gemischt vorkommen, was keinen Strom ergibt. Man müßte daher das Gleichnis so ausgestalten, daß die Gasmoleküle an der unteren Zylinderwand verschwinden und durch andere ersetzt werden, die aus der oberen Zylinderwand nachdringen.

Diese Stromanordnung müßte, wenn sie im Gase möglich wäre, wie ein Vakuum wirken. Je näher die Bahnen dem Parallelismus kommen, und sich dabei gegenseitig nicht stören, desto geringer wird der Gasdruck auf die Innenseiten der Kolben, obwohl sich die Gasmenge nicht verringert hat. Der äußere Druck wird die Kolben zusammentreiben, als zögen sie sich an.

An Gasen läßt sich diese parallele Anordnung gleichsinnig durchlaufener Bahnen nicht herstellen; wohl aber mit den keraunischen Atomen der großen keraunischen Hüllen der Eisenmoleküle und künstlicherweise durch einen galvanischen Strom. Jede Gleichrichtung von zwei keraunischen Strömen in den keraunischen Hüllen zweier Körper muß ähnlich wirken wie ein keraunisches Vakuum. Die von außen aus der gemeinschaftlichen Elektrosphäre des Planeten herankommenden keraunischen Atome werden die Träger dieser keraunischen Ströme gegeneinander treiben, als zögen sie sich an. Das einzelne keraunische Atom ist einem chemischen Aggregate gegenüber machtlos. Vereinigen sich aber viele Stöße gegen ein chemisches Aggregat, so wird dieses vom Platze geschoben. Die Entziehung der Stöße von der einen Seite und die Erhaltung der gewöhnlichen Stöße von der anderen Seite wirkt ähnlich wie eine Aussaugung durch die Luftpumpe auf der einen Seite und Erhaltung des gewöhnlichen Luftdruckes auf der anderen.

Denken wir uns jetzt, wir hätten wiederum zwei Kolben, und

jeder richte die Gasmoleküle parallel zueinander. Die Richtung des einen Systemes von Bahnen, das von dem einen Kolben abhänge, sei der Richtung eines anderen Systemes von Bahnen, das von dem anderen Kolben abhänge, gerade entgegengesetzt. Solange die beiden Systeme auf die beiden Hälften des Zylinders verteilt bleiben, wird keine Störung eintreten. Durchdringen sich aber diese Systeme durch Annäherung der Kolben, so werden die aufwärts gehenden Moleküle mit den abwärts gehenden zusammenstoßen und sich seitlich gegen die Kolben hin abstoßen. Die Wirkung würde die gleiche sein, als ob das Quantum der Gasmoleküle ohne Parallelismus der Bahnen vermehrt worden wäre. Die Kolben werden in die Anfangsstellung auseinander getrieben, als stießen sie sich ab.

Mit Gas läßt sich diese Anordnung nicht herstellen, wohl aber mit keraunischer Materie, indem man zwei keraunische Ströme in entgegengesetzten Richtungen bis zur gegenseitigen Durchströmung annähert. Die seitlichen Abstoßungen der keraunischen Atome zwischen den chemischen Systemen müssen dann ähnlich wirken wie komprimierte keraunische Materie. Die umströmten chemischen Aggregate müssen durch die keraunischen Atome zwischen ihnen auseinander getrieben werden, als ob ihnen ohne Strömung hohe positive keraunische Ladungen erteilt worden wären.

Ein geringeres Rätsel ist die Beeinflussung eines nicht strömenden Quantums keraunischer Materie durch einen benachbarten Strom, weil es sich hier nicht um die Mitbewegung des chemischen Trägers handelt.

So ist zum Beispiel die elektrische Induktion nicht schwer zu verstehen, wenn man die Vorstellung einer Strömung festhält, die in eine nicht strömende keraunische Hülle einbricht. Wird in der Nähe eines Leiters mit nicht strömender Hülle ein Strom erzeugt (geschlossen), so werden die keraunischen Atome der nicht strömenden Hülle eine Strecke weit mitgerissen und gestaut. Hat die Stauung eine gewisse Dichte erreicht, so beginnt die Ausgleichung durch eine kurz dauernde Rückströmung. Das heißt, es entsteht in dem Leiter mit nicht strömender Hülle bei Schließung eines benachbarten Stromes ein momentaner Gegenstrom. Ebenso kann durch Unterbrechung eines Stromes in einem benachbarten Leiter mit ruhender Hülle ein momentaner gleich-

gerichteter Strom entstehen. Die keraunische Hülle, durch die ein fremder Strom zog, war entsprechend verdrängt; beim Aufhören des fremden Stromes wird die Lücke in der Dichte der Elektrosphären durch momentanes Nachströmen ausgefüllt. Das Nachströmen erfolgt in der Richtung des Versiegens des fremden Stromes.

67. Ampères Erklärung des Magnetismus und die Möglichkeit einer anderen Erklärung gleich anschaulicher Art.

Ein Solenoid ist bekanntlich ein schraubenartig gewundener Draht, der in einem Gestelle so aufgehängt ist, daß er sich um eine vertikale Achse drehen kann, wobei durch den Draht ein Strom geschickt werden kann. Das Solenoid stellt sich selbst in den magnetischen Meridian des Ortes, sobald der Strom fließt. Kann sich das Solenoid aus der horizontalen Lage drehen, so stellt es sich wie eine Inklinationsnadel ein. Ist das Solenoid von Süden nach Norden gerichtet, und nimmt man einen Standpunkt auf der Südseite des Solenoides ein, so geht in jeder Schraubenlinie der Strom im Sinne eines Uhrzeigers. Gibt man dem Strome jetzt die entgegengesetzte Richtung, so dreht sich das Solenoid herum und zwar so lange, bis wiederum in jeder Windung der Strom im Sinne eines Uhrzeigers geht, wenn man die Sache von einem Standpunkte außerhalb des Solenoides und südlich von diesem betrachtet.

Ein Solenoid verhält sich wie ein Magnet und nicht bloß bezüglich der Richtung, sondern auch bezüglich der Stärke der Wirkung. Die Wirkung zweier Solenoidpole ist dem Produkte der Stromstärken direkt und umgekehrt dem Quadrate der Entfernung proportioniert.

Ampère hat aus dieser großen Übereinstimmung die Hypothese gebaut, daß in einem Magnete parallel geordnete elektrische Kreisströme von Natur vorhanden seien. Da ein großer Magnet in zahlreiche kleine Teile zerlegt werden kann, von denen jeder ein ganzer Magnet ist; das Solenoid aber durch Zerlegung nur in Drahtstücke geteilt wird, durch die kein Strom mehr fließt, so mußte Ampère darauf bedacht sein, den großen Magnet nicht als ein einziges Solenoid aufzufassen, sondern als eine Summe

von sehr vielen kleinen, die sinngemäß zu einem Solenoidensysteme zusammengeordnet werden. Er ließ daher jedes Molekül von seinem besonderen Strome umkreist werden. Die Solenoide konnten dadurch von einer Schraubenlinie mit vielen Windungen auf je eine Windung reduziert werden, und diese wiederum zu einem in sich geschlossenen Kreise. Waren in einem Eisenstücke alle Einzelströme in parallelen Ebenen gleichsinnig gerichtet, so hatte man einen Magnet oder ein System von gleichsinnig wirkenden elementaren Solenoiden. Waren in einem Eisenstücke die Ebenen der Einzelströme nicht parallel, oder waren die Einzelströme in den parallelen Ebenen nicht gleichsinnig geordnet, so war das Eisenstück nicht magnetisch.

Hintereinander in der Länge eines magnetischen Stabes waren die kreisförmigen Ströme zueinander parallel zu denken wie Ringe, die man zu einem Zylinder aufschichtet. Nebeneinander im Querschnitte des Stabes waren die kreisförmigen Ströme wie nebeneinandergelegte Ringe, durch die der Strom überall im Sinne eines Uhrzeigers geht, wenn man sie alle von derselben Seite betrachtet; oder überall dem Sinne eines Uhrzeigers entgegengesetzt geht, wenn man sie alle von der anderen Seite betrachtet. Die Ströme benachbarter Ringe mußten sich daher an den Berührungsstellen abstoßen. Diese Abstoßung konnte man heranziehen, um die Verschiebung der Magnetpole, die Abnahme der magnetischen Anziehung nach der Mitte und andere Einzelheiten zu erklären.

Der Erdmagnetismus, durch den das Solenoid gerichtet wird, wirkt wie ein elektrischer Strom, der gleichfalls ein Solenoid zu richten vermag. Aus der Erfahrung über den Zusammenhang zwischen der Richtung der Ströme und ihrer gegenseitigen Anziehung oder Abstoßung ergibt sich dann, daß der erforderliche elektrische Strom, der das Solenoid und die Magnetnadel richtet, von Osten nach Westen laufen muß.

Die Ampèresche Hypothese ist ein bezeichnender Fall der sogenannten Zerstäubungshypothese. Der Magnet wird als eine große Anzahl molekularer Solenoide aufgefaßt. Das, was erklärt werden soll, nämlich der Magnetismus des Magnetes, wird durch den Magnetismus des Solenoides erklärt. Das eine große Solenoid wird auf viele kleine zurückgeführt. Das eine große Rätsel wird

in zahlreiche kleine derselben Art zerstäubt. Die Hypothese verkleinert nur die Vorstellung, sie vereinfacht sie nicht. Darin liegt das Unbefriedigende aller Zerstäubungshypothesen.

Die Hauptfrage geht nicht darauf, ob das Solenoid hundert Windungen haben solle oder nur eine; auch nicht darauf, ob ein einziges Solenoid anzunehmen sei oder eine Kombination von vielen. Die Hauptschwierigkeit besteht darin, daß man die Stromquelle oder das galvanische Element, wodurch das Solenoid in Gang gesetzt wird, bei der Konstruktion dieser Hypothese vernachlässigt. Wenn ich molekulare Solenoide annehme, so muß ich auch in jedes Molekül ein galvanisches Element hineinsetzen oder das Molekül so konstruieren, daß es als ein galvanisches Element gelten kann. Außerdem muß ich jedes Molekül mit einem Leitungsdrahte umgeben, sonst zwinge ich den Strom nicht in eine kreisförmige Bahn. Ohne den äußeren Schließungsbogen ist der Strom überhaupt nicht da. Endlich bleibt noch das Rätsel übrig, woher das Molekül den unerschöpflichen Strom nimmt.

Vermeidet man die Methode der Zerstäubung des Problems; verzichtet man darauf, sich die Eisenkörpermoleküle als kleine Ampèresche Drahtgestelle mit Quecksilbernäpfen und galvanischen Batterien vorzustellen, so wird man sich nach vereinfachten Vorstellungen umsehen müssen, die die kopierenden Verkleinerungen des zu Erklärenden vermeiden.

Dazu kommt eine neue Schwierigkeit, die mit der Zerstäubung des Problems nichts zu tun hat.

Die Ampèreschen Kreisströme hindern sich nämlich wechselseitig. Sie können sich nicht einmal voneinander abstoßen, weil auch die Abstoßungen kollidieren. Sie müssen sich gegenseitig kompensieren, weil der Strom eines Moleküles in den Raum hinübergreifen wird, den die Nachbarmoleküle einnehmen, wodurch jene Störung entsteht, die aus der schematischen Zeichnung ersichtlich ist (Fig. 26).

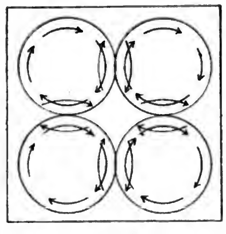
Eine einfachere Vorstellung wird zu gewinnen sein, wenn wir von der Struktur des Eisenkörpermoleküles ausgehen.

Es wurde schon an einer früheren Stelle[1]) darauf hingewiesen, daß durch den periodischen Wechsel größten und kleinsten Vo-

[1]) Seite 303.

lumens der kleineren Aggregate innerhalb eines Körpermoleküles ein keraunischer Strom entstehen könne, der keiner Batterie und keines Schließungsdrahtes bedarf, und so lange dauert, als das Körpermolekül existiert.

Es wurde damals zum Symbole das Ziffernblatt einer Taschenuhr gewählt. Dieses Symbol läßt sich weiter ausgestalten. Schichten wir viele Taschenuhren zu einem Zylinder auf, so erhalten wir ein längliches Körpermolekül. In jedem Ziffernblatt sei die Ziffer 12 oben; die Uhren seien alle mit den Ziffernblättern uns zugewendet aufgestellt. Alle Minutenzeiger werden, wenn sie zugleich auf 12 gezeigt hatten, sich nach derselben Richtung drehen und in jedem Zeitpunkte zueinander parallel sein.



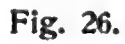


Fig. 26.

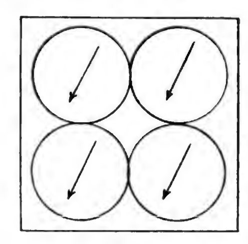


Fig. 27.

Es wurde damals angenommen, daß jede Ziffer ein Aggregat fünfter Ordnung oder einen Bestandteil des Körpermoleküles zu bedeuten habe, und daß die Struktur des Körpermoleküles dadurch charakterisiert sei, daß je zwei diametral gegenüberliegende Stellen sich in entgegengesetzten Phasen befänden, und die Phasen sich im Sinne eines Uhrzeigers auf dem Ziffernblatte verändern.

Sind daher alle Zwölfer des Zylinders aus parallel gestellten Uhren in der aktiven Phase und oben, so sind alle Sechser in der passiven. Es gehen viele fast linienförmig dünne Ströme parallel zueinander in einer Ebene des Körpermoleküles von oben nach unten. Bald darauf gehen die Ströme in einer anderen Ebene von den Einsern nach den Siebenern, und nach einer ge-

wissen Zeit von den Sechsern nach den Zwölfern von unten nach oben. Zwischen den diametral gegenüberliegenden Punkten der mittleren oder neutralen Beschaffenheit herrscht Stromruhe. Von den Stellen abnehmender Aktivität gehen nach den Stellen abnehmender Passivität schwächere Ströme.

Es entsteht also im Eisen-Körpermoleküle eine Ebene des stärksten Stromes, die sich um die Längsachse des Zylinders beständig dreht.

Diese Beschaffenheit sei ein Symbol für den natürlichen Magnetismus des Eisen-Körpermoleküles. Diese Strömchen stören einander auch dann nicht, wenn sie etwa in den Raum der Nachbarmoleküle infolge ihrer Breite übergreifen sollten, wie aus der schematischen Zeichnung (Figur 27) erhellt, die mit dem komplizierten Schema (Figur 26) verglichen werden möge.

Das natürlich magnetische Eisen-Körpermolekül ist nun der Einwirkung des keraunischen Erdstromes ausgesetzt.

Der Träger des Erdstromes ist die Erde selbst, die durch die verschwindend kleine keraunische Masse des molekularen Eigenstromes nicht bewegt werden kann. Hier handelt es sich um die Elektrosphäre des gesamten Planeten, die eine der Rotation der Lithosphäre relativ entgegengesetzte Grundströmung besitzt, die von Osten nach Westen geht.

Der Träger des molekularen Eigenstromes ist die einzelne Scheibe im Eisen-Körpermoleküle. Der Eigenstrom wird in die Richtung des Erdstromes gedreht. Wäre der Eigenstrom zwischen immer denselben Teilen des Körpermoleküles gleich gerichtet und nur zwischen denselben Teilen vorhanden (ginge also der Strom in allen Ziffernblättern immer nur von 12 nach 6), so bliebe das Körpermolekül nach der ersten orientierenden Drehung in Ruhe. Das Ziffernblatt würde so gedreht werden, daß der Strom in der Richtung von 12 nach 6 horizontal von rechts nach links geht. Nun wird sich aber der Strom in der Richtung von 1 nach 7 entwickeln. Der Erdstrom dreht sofort den neuen Strom, so daß jetzt die Ziffern 7 und 1 in der Horizontalen liegen. In dieser Weise drehen sich also die Ziffern unter dem Zeiger, nicht aber die Zeiger über den Ziffern.

Das ganze Eisen-Körpermolekül wird sich infolge der Wirkung des Erdstromes auf den Molekülstrom um eine Achse drehen,

während die Richtung der molekularen Ströme konstant bleibt und mit der Richtung des Erdstromes zusammenfällt. In dieser Weise tritt an die Stelle des Ampèreschen Kreisstromes im ruhenden Körpermoleküle der konstant gerichtete Geradstrom in dem sich drehenden Körpermoleküle.

Der natürliche Magnetismus des Körpermoleküles ist aber noch nicht der Magnetismus des gesamten Körpers. Wären die Körpermoleküle einer Magnetnadel kugelig, so würde jedes Molekül in den magnetischen Meridian gedreht werden, die Nadel selbst aber in Ruhe bleiben. Wenn die molekularen Magnetismen in ihrer Summe die Erscheinung eines sichtbar magnetischen Körpers gewähren sollen, so müssen die Körpermoleküle bei ihren Drehungen einander mitnehmen. Diese Bedingung ist zum Beispiele erfüllt, wenn die Körpermoleküle längliche Zylinder sind. Ferner ist erforderlich, daß die Achsen der Körpermoleküle parallel gerichtet sind, oder mindestens in die parallele Anordnung gebracht werden können, ohne sich gegenseitig zu hindern. Durch Zerwerfung der Achsenrichtung kann ein Eisenkörper schwach magnetisch und unmagnetisch werden, dessen Körpermoleküle einzeln genommen normal magnetisch sind.

Durch die Drehung der Körper-Molekülachsen in den magnetischen Meridian ist die Lage der Magnetnadel noch nicht eindeutig bestimmt. Jeder einzelne Molekülstrom hat durch die Richtung des Erdstromes eine eindeutig bestimmte Lage; aber jeder einzelne Molekülstrom kann als eine Achse betrachtet werden, um die alle anderen drehbar sind, ohne den Parallelismus aufzugeben und ohne aus der Richtung des Erdstromes herauszutreten. Wir können den aus Taschenuhren geschichteten Zylinder aufrecht stellen oder horizontal legen, immer werden die Zeiger untereinander parallel und gleichgerichtet bleiben.

Die charakteristische Lage innerhalb des magnetischen Meridians wird der Nadel sowohl deklinatorisch als inklinatorisch erst durch eine Wirkung des Erdstromes auf das Eisenmolekül unter dem Einflusse der Schwere gegeben.

Die Ziffern unseres Uhrblatts sind starr gegeneinander. Die Bestandteile des Körpermoleküles sind beweglich. Denken wir uns, die Ziffern wären durch Spiralfedern im Kreise aneinander geordnet. Stellen wir das Blatt vertikal, so werden die oberen

Ziffern nach unten sinken, die Spiralfedern dehnen, und die unteren Ziffern sich zusammendrängen und die Spiralfedern drücken. Wir haben dann nicht eine horizontale Mittellinie, fünf Ziffern oben und fünf Ziffern unten, sondern vielleicht drei Ziffern über der Mittellinie, und neun unter derselben. Drehen wir das Blatt um eine horizontale Achse, so werden immer andere Ziffern gedrängt sein, und immer wird die Verdichtung erdwärts zu treffen sein. Die Teile des Eisenmoleküles werden ebenfalls gegen die Erde gravifiziert. Der untere Teil des Eisenkörpermoleküles wird immer dichter sein, und daher mehr keraunische Stöße aus dem Erdstrome aufnehmen als der obere.

Durch diese ungleiche Verteilung der Dichte gerät der Eigenstrom bedingungsweise in einen Widerspruch mit dem Erdstrome. Stellen wir unsere Taschenuhr vertikal, und betrachten wir das Ziffernblatt von vorne. Der Minutenzeiger sei horizontal, weise auf 9 und symbolisiere den Eigenstrom, der von 3 nach 9 geht. Dieser Zeiger sei nun durch den Erdstrom in die horizontale Richtung gebannt. In der nächsten Zeit muß der Eigenstrom von 4 nach 10 gehen. Da sich der Zeiger nicht drehen darf, so dreht sich die Uhr, und die horizontale Linie geht jetzt von 4 nach 10. Da der Erdstrom den unteren Teil der Uhr stärker dreht als den oberen, so ist diese Drehung der Uhr gegen den Erdstrom gerichtet, und daher unmöglich. Andrerseits ist es unmöglich, daß der Eigenstrom zunächst von 2 nach 8 geht und dadurch die Drehung des Ziffernblattes nicht in einen Widerspruch mit dem Erdstrome bringt. Diese Drehung des Ziffernblattes gegen den Zeiger und umgekehrt erfolgt unter dem Zwange der Molekularstruktur, die sich um die Richtung des Erdstromes nicht kümmert. Das einzige, was möglich bleibt, ist eine Drehung der Molekülachse innerhalb der Meridianebene. Drehen wir also unsere Taschenuhr herum, so daß sie von uns geradezu abgewendet und 12 unten ist. Auch jetzt weist der Minutenzeiger anfänglich von 3 nach 9, und auch von rechts nach links, wie vorhin. Geht aber der Strom in der nächsten Zeit von 4 nach 10 unter dem Zwange der Molekularstruktur, so wird der Eigenstrom von 4 nach 10 horizontal von rechts nach links bleiben, während sich das Ziffernblatt unterhalb des Zeigers dreht. Ist unser Blick nach Norden gerichtet, so dreht

sich der untere Teil des Ziffernblattes von Westen nach Osten, also im Sinne eines Uhrzeigers und zugleich im Sinne des Erdstromes.

Der Erdstrom wird daher die Längsachse des Körpermoleküles nicht nur in die Ebene des magnetischen Meridianes im allgemeinen drehen, sondern auch innerhalb dieser Ebene in jene einzige Richtung, wo die aus dem Zwange der Molekularstruktur erfolgende Moleküldrehung mit der Richtung des Erdstromes verträglich ist.

Nur für zwei Ausgangslagen ist der Erdstrom in dieser Beziehung ohnmächtig. Fällt nämlich die Längsachse *AB* des Körpermoleküles in die Richtung des Erdradius, sei es nun in der Anordnung *A* in *AB* nach unten, oder *B* in *AB* nach unten, so ist die Dichte der Scheiben im Zylinder gleichmäßig verteilt, und jede Drehung der Scheibe mit dem Erdstrome gleich verträglich. Diese zwei Lagen sind aber unmöglich, weil die Richtung des Erdradius nicht in der Ebene des magnetischen Meridianes liegt, und die Längsachse des Körpermoleküles immer in die Ebene des magnetischen Meridianes gebannt bleibt.

In dieser Weise ist die Lage der Längsachse des Körpermoleküles innerhalb der Ebene des magnetischen Meridianes durch das Zusammenwirken von Molekularstruktur und Erdstrom eindeutig bestimmt. Das eine Ende der Molekülachse muß immer nach dem erdmagnetischen Norden gerichtet sein. Dadurch entwickelt sich erst der Gegensatz zwischen einem Nord- und einem Südpol für das einzelne Körpermolekül. Durch parallele und auch rücksichtlich der Pole gleichsinnige Anordnung der Molekülachsen entsteht dann als eine Additionswirkung die magnetische Achse zwischen dem Nord- und Südpol des sichtbaren Eisenkörpers.

Denken wir uns nun, die Ziffern des Uhrblattes wären wieder starr. Der Eigenstrom wird jetzt wieder in die Richtung des Erdstromes gebannt. Da die Bannung in jeder der Uhren des Zylinders erfolgt, so wird die Achse des Zylinders in die Ebene des magnetischen Meridianes gedreht. Damit ist die Lage der Achse nur im allgemeinen in diese Ebene verwiesen, ohne in eine bestimmte Richtung darinnen gezwungen zu werden. Auch jetzt wird sich das Ziffernblatt unterhalb des Zeigers drehen.

Da aber die Dichte der sich drehenden Scheiben nicht geotropisch im Sinne der Schwere differenziert ist, so ist keine der vielen molekularen Drehungsrichtungen gegen den Sinn des Erdstromes, so lange nur die Längsachse, um welche herum die Moleküldrehung erfolgt, irgendwie im magnetischen Meridiane bleibt. Unter solchen Verhältnissen entwickelt sich die Drehung einer Körperachse in der magnetischen Meridianebene ohne Entwicklung eines Gegensatzes zwischen einem Nord- und Südpol innerhalb des Körpermoleküles.

Ein solcher Körper wird sich daher auf dem kürzesten Wege in die Verbindungslinie zwischen den Polen eines kräftigen Magnetes drehen, ohne selbst einen Gegensatz zwischen einem eigenen Südpol und einem eigenen Nordpol zu besitzen. Hier haben wir die paramagnetische Anordnung, die eigentlich einfacher ist als die normal magnetische.

Denken wir uns jetzt, wir hätten die Taschenuhren nicht zu einem Zylinder geschichtet, sondern nebeneinander auf einem länglichen Brette befestigt. Wenn jetzt der Erdstrom die einzelnen Eigenströme richtet und festhält, so richtet er auch die Längsachse des Körpermoleküles, das uns durch diesen Streifen aus Taschenuhren symbolisiert ist. Die Längsachse des Körpermoleküles wird von Osten nach Westen gedreht. Da es aber ganz gleichgültig ist, welches Achsenende nach Westen sieht, so entwickelt sich hieraus kein Gegensatz zwischen Ostpol und Westpol, sondern nur die Drehung senkrecht auf den magnetischen Meridian. Befindet sich ein Körper aus solchen parallel gelagerten Körpermolekülen zwischen dem Nordpol und dem Südpol eines kräftigen normalen Magnetes, so stellt er sich mit seinen Molekülachsen quer zur Verbindungslinie der Pole. Hier haben wir die diamagnetische Anordnung.

Die unmagnetische Beschaffenheit eines Eisenstückes kann auf der Zerwerfung der Achsenrichtungen der Körpermoleküle beruhen. Weit wichtiger ist aber die unmagnetische Beschaffenheit des Eisen-Körpermoleküles selbst. Bei vollkommener Gleichrichtung der molekularen Achsen und der molekularen Drehungsrichtungen um die Achsen wird ein Eisenkörper, der aus natürlich unmagnetischen Körpermolekülen gebaut ist, selbst unmagnetisch sein.

Gehen wir zu dem Symbole der Taschenuhren zurück, die zu einem Zylinder aufeinander geschichtet wurden. Das erste Ziffernblatt habe die Ziffer 12 oben, ebenso das dritte und jedes ungeradzahlige. Das zweite Ziffernblatt und jedes geradzahlige habe die Ziffer 12 unten. Die Zahl der Taschenuhren sei gerade. Alle Ziffernblätter seien uns zugekehrt und daher die Bewegungen aller Zeiger gleichsinnig.

Beginnen wir damit, daß alle Zwölfer zugleich in der aktiven Phase seien. Geht im ersten Blatte ein Strom von 12 nach 6 von oben nach unten, so geht gleichzeitig im zweiten Blatte ein Strom von unten nach oben. Die Wirkungen der Eigenströme auf einen anderen Körper werden sich kompensieren. Die Ströme selbst werden sich zum Teile aufheben, weil sie ineinander übergreifen. Außerdem tritt ein Kurzstrom ein, weil der Überschuß aus dem aktiven Zwölfer des einen Ziffernblattes kürzere Wege nach den beiden passiven Sechsern der Nachbarblätter hat als nach dem gegenüberliegenden Sechser des eigenen Blattes. Die aktive Phase wandle nun in jedem Blatte von Ziffer zu Ziffer im Sinne eines Uhrzeigers.

Diese unmagnetische Beschaffenheit ist dem Eisen-Körpermoleküle sozusagen leichter oder natürlicher. Wenn wir den Zylinder so bauen, daß alle Zwölfer in eine Linie parallel zur Zylinderachse kommen, und alle Zwölfer zugleich in die aktive Phase eintreten, so stoßen sich die Zwölfer untereinander ab.

Bei der soeben beschriebenen unmagnetischen Anordnung befindet sich je eine aktive Phase des einen Ziffernblattes zwischen je zwei passiven der benachbarten Ziffernblätter, also ein Zwölfer zwischen zwei Sechsern und ein Sechser zwischen zwei Zwölfern. Bei dieser Anordnung sind also die gleichnamigen Phasen im Zylinder am weitesten voneinander entfernt oder die Abstoßung der gleichnamigen im Minimum. Die Magnetisierung eines natürlich unmagnetischen Körpermoleküles wird darin bestehen, daß die Eigenströme der geradzahligen Taschenuhren, um im Symbole zu bleiben, in die Richtung eines fremden Stromes gedreht werden, und ebenso die Eigenströme der ungeradzahligen. Die Ziffernblätter benachbarter Uhren drehen sich daher gegeneinander. Dadurch kommen die Scheiben des Zylinders gegeneinander in Schwingung.

Die Magnetisierung ist entweder vorübergehend oder dauernd. Die vorübergehende Magnetisierung wird darin bestehen, daß die gegeneinander in Drehung versetzten Scheiben des Zylinders nach 90° jederseits die magnetische Anordnung erreichen, zwischen der unmagnetischen und der magnetischen Anordnung, auch über diese hinaus schwingen, aber nach dem Aufhören des äußeren Zwanges wieder in der natürlichen unmagnetischen Anordnung zur Ruhe kommen. Die dauernde Magnetisierung wird darin bestehen, daß die sich gegeneinander drehenden Scheiben des Zylinders durch einen starken Strom über die magnetische Anordnung hinausgedreht werden, zunächst um die magnetische Anordnung herum in Schwingung erhalten werden, und dann in dieser ebenfalls dauernden aber weniger leicht von selbst zu findenden Anordnung zur Ruhe kommen.

Ein Magnetstab wird die Achsen der von ihm magnetisierten Körpermoleküle eines Eisenfeilspanes nur dann parallel zur eigenen magnetischen Achse drehen, wenn der Feilspan neben der Mitte des Stabes liegt. In der Nähe der Pole des Magnetstabes werden sich die Achsen der Körpermoleküle des Spanes nach den Polen richten, die sich nicht genau an den Enden des Stabes befinden.

Die Erklärung durch die Anziehung der ungleichnamigen Pole würde eine neue ursprüngliche magnetische Energie einführen. Einfacher ist die Erklärung durch die Wechselwirkung gerader Ströme, die ihre Träger zu drehen vermögen, wenn sie in ihrer Richtung an die Träger gebunden sind.

Gleich gerichtete Ströme ziehen sich nur dann in paralleler Ordnung an, wenn sie p a r a l l e l n e b e n e i n a n d e r gegeben sind. Sind sie aber p a r a l l e l h i n t e r e i n a n d e r gegeben, so sind die Stöße der keraunischen Atome derart verteilt, daß die Stromträger nicht nur angenähert, sondern auch während der Annäherung in einen Winkel gedreht werden müssen, der kleiner als 180° sein muß.

Die magnetische Achse eines Körpermoleküles eines Feilspanes, der in der Nähe des Nordpoles eines Magnetstabes liegt, wäre daher mit diesem Pole der Achse des Stabes parallel nebeneinander geordnet, mit dem großen übrigen Teile der Achse des Stabes parallel hintereinander. Da die sich richtenden Ströme senkrecht auf diese Achsen orientiert sind, so resultiert die Lage

der Achsen des Spanes aus der Parallelordnung und aus der Drehung.

Die beiden Polpunkte des Magnetes und die von ihnen ausgehende orientierende Kraft sind daher nur Fiktionen.

68. Die Atome des keraunischen Stromes und die empirischen elektrischen Maßeinheiten.

In jedem keraunischen Strome werden keraunische Atome mit dem Strome und gegen den Strom wandern. Haben zwei benachbarte chemische Moleküle ungleiche keraunische Hüllen, so werden sie, wenn sie zum Beispiele in den Phasen übereinstimmen, die Überschüsse in den aktiven Phasen ausgleichen. Dabei werden von der Stelle des größeren Überschusses mehr keraunische Atome an die Stelle des kleineren wandern als umgekehrt; ebenso werden an die Stelle des größeren Mangels mehr Atome wandern als umgekehrt. Für die Erzeugung eines keraunischen Stromes kommt nur diese Differenz in Betracht.

Wie viele keraunische Atome während einer gewissen Zeit durch den bestimmten Querschnitt eines gegebenen Leiters und der in umhüllenden Elektrosphäre in diesem Sinne der Differenz nach einer bevorzugten Richtung geströmt seien, das entzieht sich der Messung.

Man kann nur von dem Vorhandensein einer Wirkung auf das Vorhandensein eines Stromes und von dem Ansteigen der Wirkung auf eine Vergrößerung der Zahl der strömenden keraunischen Atome konstruktiv „schließen". Unter dem Schließen verstehe ich hier die Konstruktion einer zu Ende gestaltenden Vorstellung, die sich nach den Tatsachen richtet, die sie abschließend in der Phantasie und durch diese ergänzt.

Das Aufhören einer Erscheinung, die man als Stromwirkung deutet, ist nicht immer eine hinreichende Veranlassung, den keraunischen Strom in der Hypothese gleich null zu setzen. Der Strom kann vorhanden, aber zu schwach sein, um sich in der zum Maße gewählten Wirkung zu äußern.

Als Maß der Menge der strömenden keraunischen Atome, als Maße der Strommenge oder der Stromquantität wird bekanntlich eine chemische Leistung gewählt. Die unbekannt

bleibende Anzahl strömender keraunischer Atome, die imstande sind, aus einer wässrigen Lösung von Silbernitrat 0,001 118 g Silber niederzuschlagen, sind die Einheit der Quantität, und diese Einheit heißt bekanntlich das Coulomb.

Diese Einheit enthält keine Bestimmung der Zeit, innerhalb derer diese chemische Leistung erfolgt ist, und auch keine Bestimmung über die Konzentration des Stromes im Raume.

Erfolgt die Leistung eines Coulombs binnen einer Sekunde, so sagt man von dem betreffenden Strome, er habe die Intensität oder die Stärke eins. Diese Einheit der Stromintensität oder der Stromstärke heißt bekanntlich das Ampère. Das Ampère bedeutet demnach jene unbekannt bleibende Anzahl keraunischer Atome in Stromform, die imstande waren, nach Ablauf einer Sekunde aus einer wässrigen Lösung von Silbernitrat 0,001 118 g Silber niedergeschlagen zu haben.

Dividiert man das in Grammen ausgedrückte Gewicht des Niederschlages durch 0,001 118, so erhält man ein Ausmaß des Stromquantums, ohne einen Ausdruck dafür, wie die Herstellung des Quantums auf die Zeit verteilt war.

Die Stromintensität bedeutet daher nur eine Häufung der Stromleistung in der Zeit, nicht aber auch immer eine Konzentrierung des Stromes im Raume, also im Leiter. Wenn man bei dem Ausdrucke Stromintensität an Lichtintensität denkt, und zwischen beiden Ausdrücken eine völlige Analogie annimmt, so wird man irregeführt. Die gleiche chemische Leistung, zu der zwei Sekunden erforderlich waren, kann in die Strecke einer Sekunde zusammengedrängt oder gehäuft werden, indem der Strom im Leiter konzentriert, also räumlich gehäuft wird; die Häufung in der Zeit gelingt aber auch dadurch, daß durch einen dickeren Leiter mehr Strom geschickt wird, wobei die Häufung des Stromes in der Raumeinheit des Querschnittes des Leiters gleich bleiben und sogar sinken kann. Es ist ja auch bei einem Hausbau, bei einem Straßenbau der Fall gegeben, daß das Arbeitsquantum in der Zeit gehäuft wird, wenn die einzelnen Arbeiter flinker oder intensiver arbeiten. Die Häufung in der Zeit gelingt aber auch durch langsamere und schwächere Arbeiter, wenn die Zahl der Arbeiter erhöht wird.

Sowie das Coulomb die chemische Leistung eines Stromes

ohne Rücksicht auf die Erstreckung oder Häufung in der Zeit ausdrückt, so drückt das Ampère die chemische Leistung des Stromes in der Zeiteinheit aus, ohne Rücksicht auf die Häufung oder Konzentrierung des Stromes in der Raumeinheit des Querschnittes des Leiters.

Wenn wir hingegen von der Lichtintensität sprechen, so meinen wir darunter nicht nur die Häufung des Lichteffektes in der Zeit, sondern überdies die Hervorbringung des Effektes durch ein im Raume konzentriertes Licht.

Dividiert man den in Coulombs gegebenen Ausdruck des Stromquantums durch die Anzahl der Sekunden, in denen dieses Quantum Strom geflossen ist, so erhält man den Ausdruck für die Stromstärke in Ampères.

Daher kann man wiederum die Sache umkehren und sagen: wenn man den Ausdruck für die Stromstärke mit der in Sekunden ausgedrückten Stromdauer multipliziert, so erhält man das Stromquantum, oder, Coulomb sei Sekunden $\times$ Ampère oder kürzer: Sekunden-Ampère.

Der logische Ausgangspunkt für diese Begriffsbildungen ist daher nicht die Stromstärke, sondern das Stromquantum; nicht das Ampère, sondern das Coulomb. Das ist genau so, wie man vom Begriffe der Weglänge durch Division zum Begriffe der Geschwindigkeit = Weg durch Zeit kommt. Es ist viel komplizierter, vom Begriffe der Geschwindigkeit auszugehen, und den Weg als „Sekunden-Geschwindigkeit“ oder „Sekunden $\times$ Geschwindigkeit“ zu bezeichnen.

Ungleich dicke chemische Systeme, die als Stücke von Stromleitungsbahnen dienen, ohne die Quelle des Stromes in sich zu enthalten, können nicht gleiche Quanten keraunischer Ströme in gleichen Zeiten durchlassen. In dem Querschnitte ist eine endliche Zahl von Molekülen enthalten, und jedes Molekül wirkt als Transporteur. Je größer die Zahl der gleichzeitig arbeitenden Transporteure ist, desto größer wird die Leistung des Querschnittes für den Zeitpunkt wie für die Zeiteinheit sein.

Jedes dieser Moleküle hat seine Elektrosphäre, und diese Elektrosphären sind so groß, daß sie einander durchdringen, zu einer gemeinsamen Elektrosphäre verfließen und den Leiter weit über die Größe des Querschnittes hinaus umhüllen. Die Elektro-

sphäre des einzelnen Moleküles wird zu einem Verdichtungsbezirke der gemeinsamen Elektrosphäre. Die Zahl der Verdichtungsbezirke ist nicht dem Umfange, sondern dem Flächeninhalte des Querschnittes direkt proportioniert. Unter gleichen Verhältnissen und bei gleichen Lasten wird in gleichen Zeiten ein größeres Lastenquantum dort übertragen werden, wo mehr Lastträger sind.

Dieses Leitungsvermögen kann man auch umgekehrt ausdrücken und sagen, das Leitungsunvermögen oder der Leitungswiderstand sei bei gleicher chemisch-physikalischer Konstitution zur Größe des Querschnittes verkehrt proportioniert.

Die Leitung durch ein System ist auch von der Länge abhängig, und hier in einer anderen Weise. Die Strömung wird eben dann stattfinden, wenn die Elektrosphären eines Systemes, in gleichen Phasen verglichen, verschieden dicht sind, und die Dichte der Elektrosphären nach einer bevorzugten Richtung abnimmt. Es wird dann in der aktiven Phase zum Beispiel der Überschuß in der Elektrosphäre eines Moleküles größer sein als der Überschuß in der Elektrosphäre des nächsten Moleküles auf der einen Seite und kleiner als der Überschuß in der Elektrosphäre des nächsten Moleküles auf der anderen Seite. Dabei sind nicht die im selben Querschnitte, sondern die im Längsschnitte benachbarten Moleküle gemeint.

Bei der Ausgleichung sämtlicher Überschüsse werden keraunische Atome von jedem chemischen Moleküle zu jedem benachbarten wandern; im Querschnitte wie im Längsschnitte des Leiters. Es werden aber nach den Orten des kleineren Überschusses mehr keraunische Atome wandern als nach den Orten des größeren Überschusses, wenn der Ausgleich zu stande kommen soll. In diesem Mehr der wandernden Atome liegt der keraunische Strom, nicht in der Summe der überhaupt bewegten Atome, denn diese sind immer und überall in Bewegung.

Schreiten wir nun zu einem Gleichnisse. Die Station A habe zehn Mark und die Station B null Mark. In der Zeit t erfolge eine Ausgleichung. Es wandern also von A nach B fünf Mark. In der nächsten Zeit t ergänzt die Station A wieder durch Einnahmen ihren Bestand auf zehn Mark, während in der Station B die fünf Mark ausgegeben werden. Nun kann in der dritten

Zeit *t* wieder eine Ausgleichung erfolgen. Es entsteht also ein periodisches Abströmen von je fünf Mark in der Richtung von *A* nach *B*. Diese fünf Mark sind das Gleichnis des Stromes. Dieser Strom wird schwächer, wenn die Station *A* nur fünf Mark vor jedem Ausgleiche hat, und in je einer Zeit *t* den Bestand von zweieinhalb Mark nur auf fünf Mark erhöht. Dasselbe gilt auch, wenn der Bestand in *A* zehn beträgt, aber der Bestand in *B* nie unter fünf sinkt. Der Strom wird aber auch schwächer, wenn die Differenz zwischen den Endstationen vor dem Ausgleiche zehn bleibt, und eine Zwischenstation eingeschaltet wird.

A habe unmittelbar vor dem Ausgleiche 10, *B* habe 5 und *C* habe null. Nun erfolgt der Ausgleich zwischen *A* und *B* mit dem Ergebnisse 7,5. Es wandert also nur die Hälfte des früheren Betrages von *A* nach *B*. In der nächsten Zeit τ wird der Bestand in *A* wieder auf 10 ergänzt. In der Station *A* wird nämlich nicht unter allen Bedingungen in der Zeit τ fünf eingenommen, sondern unter allen Bedingungen in der Zeit *t* der Betrag, wie tief er auch gesunken sein mag, auf 10 ergänzt.

Ebenso gleicht sich *B* mit *C* auf 2,5 aus, da auch von *B* nach *C* nur die Hälfte des früheren Betrages strömt. In der nächsten Zeit τ sinkt der Bestand in *C* wieder auf null.

Geht der Ausgleich zwischen *B* und *C* dem Ausgleiche zwischen *A* und *B* in der Zeit voran, so findet *A* in *B* zur Zeit des Ausgleiches den Betrag 2,5. *A* und *B* haben dann das Ausgleichsergebnis 6,25. Es strömt also von *A* nach *B* der Höchstbetrag 3,75, also immerhin noch weniger als 5.

Legen wir jetzt vor der Endstation *E* nicht zwei, sondern vier Stationen an: *A*, *B*, *C* und *D*. Die auszugleichenden Beträge sind jetzt 10, 7,5, 5, 2,5 und null. Von *A* nach *B* strömt nur die Hälfte des vorigen Betrages, nämlich 1,25, und ebenso zwischen allen folgenden Stationen. Beginnt der Ausgleich zwischen *D* und *E*, und folgt darauf der Ausgleich zwischen 1,25 in *D* mit 5 in *C*, so strömt von *C* nach *D* 1,875, oder die Hälfte des früheren Betrages 3,750.

Legen wir vor die Endstation acht andere Stationen mit den Beträgen 10, 8,75, 7,5, 6,25, 5, 3,75, 2,5, 1,25 vor 0, so erhalten wir die abströmenden Beträge 0,625 beziehungsweise 0,9375, also wiederum die Hälfte der früheren Beträge.

Übersetzt man das Gleichnis, so ergibt sich, daß ein keraunischer Strom um so schwächer wird, je mehr Moleküle oder Elektrosphärenträger in die Länge der Leitung eingeschaltet werden. Je geringer der Unterschied in den Ladungen benachbarter Moleküle ist, desto geringer wird auch die Zahl der keraunischen Atome ausfallen, deren nach der einen bevorzugten Richtung mehr wandern als nach der anderen.

Will man bei der Verlängerung des Leiters die Stromstärke unverändert erhalten, so muß man einen stärkeren Strom in die Leitung hineinschicken.

Die Zahl der hineingesendeten keraunischen Atome wird in einem längeren Leiter nicht kleiner, wohl aber wird die Zahl der strömenden Atome kleiner zu Gunsten einer erhöhten Zahl von nicht strömenden, in den Elektrosphären aufgespeicherten Atomen.

Nennt man diesen Stromverlust einen „Leitungswiderstand", so kann man sagen, der Leitungswiderstand sei bei gleichem Materiale und gleichem Querschnitte direkt der Länge des Leiters proportioniert.

Schaltet man in einen Stromkreis für ein altes Bahnstück ein neues ein, so daß das neue Stück entweder länger oder dünner oder nach beiden Hinsichten zugleich abgeändert ist, oder endlich bei gleicher Form aus entsprechend anderem Materiale besteht, so wird der Strom geschwächt oder auch vernichtet.

Die Anzahl der keraunischen Atome, die in dieser Weise durch die Leitung als solche der Stromform entzogen wird, läßt sich nicht sehen. Man kann sie nur den Tatsachen entsprechend im Verhältnisse zu einer gewissen Menge konstruieren. Wenn irgend ein leitendes System die gleiche abschwächende Wirkung hat wie eine Quecksilbersäule von der Temperatur 0° C., der Länge 106,3 cm und dem Querschnitte von 1 mm^2, so kann man sagen, seine stromvernichtende Wirkung oder sein Leitungswiderstand sei 1 und diese Einheit heißt bekanntlich ein Ohm. Ersetzt man in einer Strombahn ein Stück des Leiters durch eine Quecksilbersäule der genannten Länge und Dicke bei der genannten Temperatur, und ändert sich dabei nichts in der Stromstärke, so hat dieses Stück des Leiters den Leitungswiderstand im Betrage eines Ohm gehabt.

Nun fehlt aber noch ein messender Ausdruck für die Kon-

zentrierung oder Häufung der keraunischen Materie im Raume. Das Ampère benennt nur die Häufung der Leistung der strömenden Materie in der Zeit. Ob diese durch eine Verdichtung des Stromes im Leiter ermöglicht wurde, oder durch eine Verdickung des Leiters bei gleichbleibender oder selbst geringerer durchschnittlicher Dichte des Stromes für die Raumeinheit des Querschnittes durch den gesamten Strom, das läßt sich der Ampère-Zahl nicht entnehmen.

Geben zwei sonst gleiche Leiter aus zwei Stromquellen bei ungleichen Querschnitten gleiche Stromleistungen in der Zeiteinheit (haben sie gleiche „Stromstärke“ oder Stromintensität), so strömt offenbar die keraunische Materie in dem dünneren Leiter räumlich konzentrierter. Die Konzentrierungen oder Häufungen im Raume werden sich umgekehrt wie die Flächeninhalte der Querschnitte der Leiter verhalten. Nennt man die Häufung im Raume aus dieser Ursache einen Fall der „Spannung“ des Stromes, so wird man sagen dürfen, dieser Fall der Spannung werde durch das Produkt aus der Stromstärke und dem Leitungswiderstande aus dem Querschnitte heraus ausgedrückt. Die Häufung der strömenden keraunischen Atome in der Raumeinheit wird nämlich zunehmen, wenn in der Zeiteinheit eine größere Strommenge bei gleichbleibendem Querschnitte in den Leiter geschickt wird. Dieselbe Häufung wird aber auch zunehmen, wenn bei gleichbleibender Strommenge in der Zeiteinheit diese Menge durch einen kleineren Querschnitt geschickt wird.

Nun hat sich aber bei der Verlängerung der Strombahn gezeigt, daß mit der zunehmenden Länge die Zahl der von Molekülsphäre zu Molekülsphäre strömenden keraunischen Atome abnimmt. Will man die Stromleistung bei längerem Leiter in gleicher Stärke oder Menge in der Zeiteinheit erhalten, so muß man eine größere Strommenge in der Zeiteinheit in den Leiter schicken. Geben zwei sonst gleiche, aber in der Länge der Leitung ungleiche Systeme gleiche Stromleistungen in der Zeiteinheit, so sind die Elektrosphären der längeren Leitung von mehr keraunischen Atomen erfüllt. Die nicht strömende keraunische Materie ist in dem längeren Leiter konzentrierter. Wollte man in dem früheren Gleichnisse, wo von A nach B 5 abgegeben wurde, weil eine Ausgleichung zwischen 10 und 0 stattfand, die

Stromstärke unverändert erhalten, wenn vor die Endstation acht Stationen vorgeschaltet wurden, so hätte man der höchstgeladenen Station statt der Menge 10 die Menge 80 geben müssen. Die Zahl der strömenden keraunischen Atome wäre allerdings gleich geblieben (im Gleichnisse der Betrag fünf); der keraunische Strom wäre nicht konzentrierter geworden, wohl aber die nicht strömende Materie, die in den Elektrosphären der Strombahn eingespeichert werden muß, um die Zahl der strömenden Atome nicht sinken zu lassen.

Nennt man die Konzentrierung oder Häufung der nichtströmenden keraunischen Materie im Raume den anderen Fall der „Spannung" eines keraunischen Stromes, so wird man auch diesen Fall der Spannung durch das Produkt der Stromstärke mit dem Leitungswiderstande aus der Leitungslänge heraus auszudrücken haben. In zwei sonst gleichen leitenden Systemen ist die Häufung der nicht strömenden keraunischen Materie im Raume um so dichter, je länger die Leitung ist, wenn die Stromleistungen, gemessen durch die Stromstärke in Ampère, gleich sind. Sind aber die Leitungslängen gleich und die Stromstärken verschieden, so ist immer die größere Zahl der strömenden keraunischen Atome von einer direkt proportionierten größeren Zahl nicht strömender keraunischer Atome in den Elektrosphären des Leiters begleitet.

Die größere Länge des Leiters wirkt natürlich ebenso wie ein schlechterer Leiter bei gleichbleibender Länge. In dem schlechteren Leiter ist der Ladungsunterschied benachbarter Moleküle kleiner, weil die Phasenunterschiede und mithin die Differenz zwischen aktiver und passiver Ladungsfähigkeit kleiner wird, was bei dem besser leitenden Materiale durch eine Zwischenschaltung vieler Moleküle zwischen die Quelle und den Verbrauchsort des Stromes ebenso erreicht wird.

Unterscheidet man nicht zwischen der Konzentrierung der strömenden und der Konzentrierung der nicht strömenden keraunischen Materie, und nennt man die Häufung der keraunischen Materie im Raume die „Spannung" eines Stromes, so wird die Spannung durch das Produkt der Stromstärke und der Länge der Leitung dividiert durch den Flächeninhalt des Querschnittes auszudrücken sein.

Da aber die Länge der Leitung, dividiert durch die Größe des Querschnittes, zugleich der Ausdruck des Leitungswiderstandes ist, so ergibt sich folgendes: die Spannung wird durch das Produkt aus der Stromstärke und dem Widerstande ausgedrückt.

Die Einheit der Stromstärke oder das Ampère gibt, mit der Einheit des Widerstandes oder dem Ohm multipliziert, die Einheit der Spannung, die bekanntlich das Volt heißt. Ein Volt = ein Ampère × einem Ohm. Jede andere Kombination von Stromstärke und Leitungswiderstand, ausgedrückt durch dieses Produkt oder durch die Spannung ist dann p Volt = m Ampère × n Ohm oder kurz: Volt = Ampère × Ohm.

Wir erhalten folgendes Begriffs-Schema:

Coulomb (Strommenge) benennt die Strommenge ohne Mitbenennung der Häufung in der Zeit und im Raume.

Ampère (Stromstärke) benennt die Strommenge unter Mitbenennung der Häufung in der Zeit und ohne Mitbenennung der Häufung im Raume;

Volt (Stromspannung) benennt die Strommenge unter Mitbenennung der Häufung des Stromes in der Zeit und der Häufung der dabei beteiligten strömenden und nicht strömenden keraunischen Materie im Raume.

Die Häufung im Raume ist für gewisse Leistungen wichtig; insbesondere für die echte Funkenbildung oder das Überspringen eines Quantums keraunischer Materie aus einem konzentrierter geladenen Systeme in ein weniger konzentriert geladenes.

Zur Erzeugung eines Bogenlichtes zwischen zwei Kohlenspitzen ist bekanntlich wenig Spannung (etwa 40 Volt) und viel Stromstärke (10 bis 20 Ampère) erforderlich. (Eine sechzehnkerzige gewöhnliche Glühlichtlampe erfordert etwa $^1/_2$ Ampère.) Im Bogenlichte geht ein stetiger Strom, der glühenden Kohlendampf mit sich führt. Die keraunische Materie muß hier nicht in einen engen Raum stark konzentriert sein, um auf ein anderes System von Elektrosphärenträgern hinüberzuspringen. Man wird hier an eine Lichtmenge erinnert, die sehr klein ist, aber nahe auf einen Punkt konzentriert eine Brandwirkung setzen kann, die eine größere Lichtmenge, die auf einen größeren Raum verteilt ist, nicht hervorzubringen vermag. Die kleine aber im

Raume stark konzentrierte Lichtmenge gleicht dem hochgespannten Strome von kleiner Strommenge in der Zeiteinheit; die größere aber im Raume weniger stark konzentrierte Lichtmenge gleicht dem niedrig gespannten Strome von großer Strommenge in der Zeiteinheit. Soll eine Funke im sekundären Kreise eines Induktionsapparates die Strombahn plötzlich, wenn auch nur vorübergehend, schließen, so ist eine große Spannung erforderlich. Mit Spannungen unter etwa 340 Volt läßt sich bekanntlich überhaupt keine Bahn durch einen Funken vorübergehend schließen und für eine Funkenlänge von 1 cm zwischen zwei Kugeln sind ungefähr 30000 Volt erforderlich.

Wird ein Strom plötzlich unterbrochen, so erzeugt die plötzliche Unterbrechung eine Stauung oder eine Konzentrierung, wie in einer marschierenden Menge, in der plötzlich an einer Stelle des Zuges Halt gemacht wird. Diese vorübergehende Verdichtung oder Konzentrierung der kernaunischen Materie an der Unterbrechungsstelle kann auch mit einem anderen Worte eine vorübergehend erhöhte Spannung genannt werden. Diese Spannung ist so hoch, daß sie den unterbrochenen Strom noch einmal, wenn auch nur kurze Zeit, durch das Überspringen eines Funkens zu schließen vermag. Dabei wird die vorübergehende Stauung, Konzentrierung oder erhöhte Spannung wieder aufgehoben. Dadurch wird der Unterbrechungsfunke oder Öffnungsfunke als die Nachwirkung eines Stromes verständlich. Dieselbe Stromquelle kann einen Öffnungsfunken erzeugen, die ganz unzulänglich wäre, auf dieselbe Distanz hin einen Schließungsfunken springen zu lassen. Die Stauung oder Spannungserhöhung ist nämlich als die Leistung eines Stromes möglich, der plötzlich gehemmt wird, während ein vorübergehend erzeugter Strom nur dann die Leistung einer Spannung ist, wenn die gestaute oder konzentrierte keraunische Materie zum Sprunge zu gelangen vermag. Dazu ist aber eine hohe Spannung erforderlich. So ist es verständlich, daß mit einem Akkumulator von nur 2 Volt Spannung ein Öffnungsfunke erzeugt werden kann. Allerdings muß bemerkt werden, daß der Öffnungsfunke als ein rasch vorübergehendes Bogenlicht behandelt zu werden pflegt.

Daß nun in einem leitenden Systeme eine gewisse Spannung entstehe, dazu bedarf es der Zuleitung eines gewissen Strom-

quantums. Ungleiche Leiter werden je nach ihrer Größe, ihrer Form und ihrem Materiale ungleiche Stromquanten in sich aufnehmen, bis sie auf gleiche Spannung gebracht sind. Dieses Aufnahmsbedürfnis für diese Leistung oder dieses Aufwanderfordernis heißt nun die Aufnahmsfähigkeit oder die Kapazität. Wenn ein Leiter durch ein Coulomb Stromquantum auf ein Volt Spannung gebracht werden kann, so heißt seine Kapazität bekanntlich die Kapazitätseinheit oder ein Farad.

Von der Kapazität ist wesentlich verschieden die Grenze der Aufnahmsfähigkeit oder das Fassungsvermögen für die Zwecke einer Stromleitung. Ein System kann nicht mehr keraunische Materie in der Zeiteinheit in sich aufnehmen und durch sich hindurchleiten, als es mit der Anzahl der Elektrosphären, also auch der Moleküle, und mit der höchst erreichbaren Konzentrierung der keraunischen Materie innerhalb der Elektrosphären vereinbar ist. Was über dieses Aufnahmsvermögen hinausgeht, wird von der Durchleitung ausgeschlossen.

Werden die Elektrosphären eines Systemes zu stark verdichtet, so werden die chemischen Moleküle durch die keraunische Materie auseinandergedrängt. Der Leiter wird erhitzt. Die Häufung der keraunischen Atome leistet hier hinsichtlich der Entfernung der Moleküle voneinander dasselbe, was sonst bei der Erhöhung der Temperatur durch eine Verringerung des Uratomengehaltes der Umgebung besorgt wird.

Der polyenergetische Begriff des Potentiales, der schon 1777 durch Lagrange, wenn auch nicht unter diesem Namen, in die Gravitationstheorie eingeführt wurde, läßt sich monenergetisch nicht rezipieren, da er wesentlich den Begriff der Fernwirkung in sich enthält. Das „Gefälle" eines keraunischen Stromes ist monenergetisch dadurch bestimmt, daß jedes überschüssig werdende Quantum keraunischer Materie, das aus einem Verdichtungsbezirke in der aktiven Phase entlassen wird, auf der einen Seite der Nachbarschaft reichlicher aufgenommen wird als auf der anderen, wenn es passive Phasen antrifft. Stimmt aber die Nachbarschaft von allen Seiten in den Phasen überein, so werden in den aktiven Phasen die ungleich großen Überschüsse untereinander ausgeglichen. Von jeder Molekülsphäre wandert keraunische Materie in jede andere. In die am wenigsten dichte

Sphäre wandern verhältnismäßig mehr keraunische Atome ein als in die dichteren. Kümmert man sich nicht um die Summe dessen, was überhaupt nach allen beliebigen Richtungen im Austausche wandert, sondern nur um jenes Mehr, das nach einer bevorzugten Richtung wandert, so erhält man die Vorstellung des Stromes, der selbstverständlich eine Stromrichtung hat. Aus der quantitativen Bestimmung dieses Mehr erhält man den Begriff des „Gefälles". Wenn man ein keraunisches Atom, das in einer gewissen Richtung wandert, zusammen mit einem anderen, das in entgegengesetzter Richtung wandert, wegnimmt, und paarweise in dieser Wegnahme fortfährt, so bleibt eben jenes Mehr übrig, das nicht mehr durch Abpaarung kompensiert wird. Die Richtung dieses Mehr ist die Stromrichtung, die Größe dieses Mehr ist das Gefälle des Stromes. Die Ursache des Gefälles ist die ungleiche bestimmt orientierte Ladung der Nachbarschaft. Man kann übrigens, wenn man will, diese Ursache selbst das Gefälle nennen, und die Größe dieses Mehr mit Stromstärke identifizieren.

Das Maximum der Dichte der Elektrosphäre, die ein chemisches Aggregat in der passiven Phase festzuhalten vermag, bezogen auf das Minimum der Dichte in der aktiven Phase, erinnert an das Volumen eines Gefäßes, mit dem geschöpft und transportiert werden muß. Je tiefer das Gefäß bei jedem Transporte geleert wird, aber auch je größer das Gefäß ist, und je mehr Flüssigkeit in der Zeiteinheit zum Transporte gegeben wird, desto ausgiebiger ist der Transport. Die zu transportierende Menge entspricht der Stromquelle; die Größe der Gefäße dem Leitungsvermögen, und die Tiefe der Ausschöpfung der Gefäße dem Gefälle.

VII. Ist es möglich, den monenergetischen Standpunkt auch für die strahlende Energie festzuhalten?

69. Die aktinische Materie als feinstes Gas.

Es wird möglich sein, den monenergetischen Standpunkt auch für die Erscheinungen der strahlenden Energie festzuhalten, wenn man an Stelle des Äthers für gestrahlte Wärme, für Lichtstrahlung, chemisch wirksame Strahlung und drahtlose Telegraphie ein feinstes Gas annimmt, das aus den kleinsten Aggregaten der Klasse größter Geschwindigkeit besteht, und wenn man auf einen elastischen Lichtäther sowie auf die Konstruktion transversaler Schwingungen verzichtet.

Das wären dann jene Aggregate, deren Eigengeschwindigkeit zu groß ist, als daß diese Aggregate bei einer starken Annäherung und der darauf folgenden Umkehr sich selbst durch ihre Radiationen zu einem Aggregate höherer Stufe zusammenhalten könnten. Sie sind auch zu schnell, um wie die keraunischen Atome zu eigenartigen Hüllen um die chemischen Aggregate herum festgehalten zu werden. Den Inbegriff dieser kleinsten Aggregate kann man die aktinische Materie nennen, weil strahlenförmige und longitudinal wellenförmige Emissionen und Remissionen für die Bewegung dieser Materie eine wichtige Rolle spielen.

Sie werden bedeutend schneller gehen als die keraunischen Atome, und bedeutend langsamer als die frei fliegenden Uratome, wobei die Grenzen sowie die Durchschnittswerte der Geschwindigkeitsklassen miteinander verglichen werden.

Die Einheiten dieser Materie kann man aktinische Einheiten oder aktinische Atome nennen. Die Radiation der Gesamtheit der aktinischen Atome eines sehr großen Weltraumteiles wird auf das einzelne aktinische Atom so wirken, wie die Gesamtheit der

chemischen Gasmoleküle eines weit kleineren Weltraumteiles auf das einzelne chemische Gasmolekül. Das heißt, eine Menge von aktinischen Atomen wird, sich selbst überlassen und im Uratomenäther eingebettet, sich zu einer Kugel aktinischen Gases formen, die durch Rotation um eine Achse und durch Revolution um eine entferntere größere aktinische Gaskugel deformiert werden kann. Da die aktinischen Atome von niederer Ordnung der Aggregation sind, so wird das Agglomerat aus diesen Aggregaten oder die aktinische Gaskugel sehr groß sein; sie wird größer sein als der Raum, den das gesamte uns sichtbare Fixsternsystem beansprucht. Das aktinische Gas ist im Vorstellungskreise des monenergetischen Standpunktes dasselbe, was polyenergetisch der Lichtäther genannt wird.

Die aktinischen Atome werden im Gegensatze zu den keraunischen Atomen infolge ihrer Schnelligkeit auch nicht so stark an die Himmelskörper gravifiziert werden, daß sie etwa aktinische Hüllen (Lichtätherhüllen) um die Himmelskörper bilden, die mit den Atmosphären und den Elektrosphären verglichen werden könnten. Immerhin wird eine Gravifikation insofern stattfinden können, als die Geschwindigkeit der aktinischen Atome (sozusagen des Lichtes) durch dichtere Medien hindurch verzögert wird, weil eine seitliche Ablenkung von der Eigenrichtung oder eine Brechung der Wege stattfindet.

Sind die Wege der aktinischen Atome im aktinischen Gase bei unveränderten Eigengeschwindigkeiten nach beliebigen Richtungen zerworfen, so entspricht dieser Zustand der Finsternis, der Abwesenheit gestrahlter Wärme und der Abwesenheit chemisch wirksamer Strahlungen. Alle diese Wirkungen der Strahlung, auch die drahtlose Telegraphie, erfordern keine neue Erzeugung von Bewegung, sondern nur eine strahlenförmige Ordnung der schon vorhandenen Bahnen in hinreichend großer Zahl, wobei immer noch ein Rest zerworfener Bahnen übrig bleibt.

Die Geschwindigkeit der aktinischen Atome (der strahlenden Wärme, des Lichtes u. s. f.) erscheint als eine Durchschnittsgeschwindigkeit, da es nach den Voraussetzungen der Hypothese nicht zwei Aggregate dieser Klasse gibt, die mathematisch genau gleich sind und mathematisch genau gleiche Eigengeschwindigkeiten haben.

70. Emission, Undulation oder Remission?

Daraus ist klar, daß der monenergetische Standpunkt die Emissionshypothese im Prinzipe nicht aufgeben kann. Es bleibt nichts anderes übrig als die Annahme, daß die überall fliegenden „Lichtatome" oder aktinischen Atome von den Aggregaten höherer Ordnung nach dem Zusammenstoße der Lichtatome mit den chemischen Atomen zurückgeworfen werden. Die Atome werden zurückgesendet oder remittiert.

Wahrscheinlich werden auch die dunkelsten Körper Lichtatome remittieren; es wird nur die Remission vom menschlichen Auge nicht empfunden.

Die Remission allein genügt nämlich für die Lichtwirkung noch nicht. Es muß durch die Remission auch eine gewisse Ordnung in den Bahnen der Lichtatome erzeugt werden. Es genügt nicht, daß remittiert werde; es kommt auch darauf an, wie remittiert wird.

Wären die Atome eines Körpermoleküles in starrer Anordnung, so würden die aktinischen Atome im Sinne des gewöhnlichen Aggregatenstoßes zwischen Prothyleinheiten oder vielleicht des Stoßes zwischen Atomogenen vor den chemischen Aggregaten umkehren, und nach der Umkehr würde die Menge der aktinischen Atome in jener gleichmäßigen Dichte verteilt bleiben, in der sie herangekommen waren.

Nun sind aber die chemischen Atome innerhalb der Aggregate vierter Ordnung, diese wiederum innerhalb der Aggregate fünfter Ordnung, diese innerhalb der Aggregate sechster Ordnung, und endlich diese innerhalb der Aggregate siebenter Ordnung oder der festen Körper periodisch abwechselnd zentripetal und zentrifugal bewegt. Auch die chemischen Atome haben eine solche Innenbewegung, die von den Atomogenen besorgt wird, und in diesen bewegen sich wiederum die Prothyleinheiten.

Die aktinischen Atome treffen ein chemisches Atom entweder in der zentrifugalen oder in der zentripetalen Phase. Ist das chemische Atom in der Ausdehnung begriffen, so treibt es die aktinischen Atome vor sich her; es drängt sie zusammen; die Remissionen folgen rascher aufeinander. Ist das chemische Atom in der Zusammenziehung begriffen, so geht es allerdings

mit relativ sehr kleiner Geschwindigkeit vor den aktinischen Atomen voraus, von denen es eingeholt wird. Die Remissionen folgen weniger rasch aufeinander.

Die remittierten aktinischen Atome werden also ihre neuen Wege in einer Schichtung verfolgen. Auf je eine Schicht größter Gedrängtheit folgt je eine Schicht des Verdichtungsminimums. Darin besteht die longitudinale Undulation, die in die aktinische Materie gebracht wird.

Jedes aktinische Atom wird sich gegen das chemische in die Richtung des geraden Stoßes drehen, und vor der wirklichen Berührung zur Umkehr gebracht werden. Hierin wird der Atomenstoß nichts Neues und nichts für die Erzeugung der Lichtempfindung Spezifisches enthalten. Wenn nun jedes chemische Atom in der zentrifugalen Phase seine Bestandteile radiär auseinander sendet, und die kleinen aktinischen Atome vor den relativ großen Bestandteilen der Atome umkehren, so haben die aktinischen Atome nach der Umkehr radiierte Bahnen.

Es wird also die longitudinale Undulation mit der Radiation der Bahnen untrennbar verbunden sein. Die Undulationen werden Kugelwellen sein.

Je schärfer sich ein Verdichtungsmaximum von dem folgenden Verdichtungsminimum abhebt, desto intensiver heißt das Licht, die gestrahlte Wärme, die gestrahlte chemische Aktion. Die Intensität des Lichtes beruht nicht auf der Menge der aktinischen Atome in der Raumeinheit für einen Zeitpunkt, sondern auf der Zahl der radiierten oder strömenden Atome im Verhältnisse zur Zahl der überhaupt vorhandenen, und auf der Differenzierung der Maxima und Minima der Dichte.

Ein Teil der aktinischen Atome wird zwischen den Körpermolekülen eindringen und den Körper entweder ganz durchdringen oder in einer tieferen Schicht zur Umkehr gebracht werden.

Aktinische Atome können in dieser Weise zwischen den Körpermolekülen längere Zeit hin und her wandern, bis sie wieder den Körper verlassen. Gelangen sie an derselben Seite heraus, wo sie eindrangen, so kann derselbe Vorgang zugleich als eine Remission und als eine intermolekulare Emission bezeichnet werden.

Sowie die aktinischen Atome zwischen die Körpermoleküle

eindringen können, so können sie auch namentlich in den zentrifugalen Phasen zwischen die Atomogene eines Atomes und überhaupt zwischen die Bestandteile eines Aggregates eindringen, und darin längere Zeit gefangen gehalten werden. Danach wird es Emissionen aus dem Körper geben, Emissionen aus dem Körpermoleküle, aus dem Atome u. s. w. Dadurch wird es leicht, die Fluoreszenz und verwandte Erscheinungen zu erklären.

Aktinische Atome, die ihren Weg zwischen den Körpermolekülen unaufgehalten fortsetzen konnten, werden keinen Geschwindigkeitsverlust erfahren. Aktinische Atome, die zwischen den Bestandteilen eines Körpermoleküles hindurchgehen mußten, können einen merklichen Geschwindigkeitsverlust erleiden, wenn sie innerhalb der Moleküle wiederholt gefangen gehalten wurden. Der Geschwindigkeitsverlust beruht nur auf der Brechung der Wege; er besteht daher nur für die Dauer des Aufenthaltes im Körper; nach dem Austritte hört die Brechung der Wege auf, und dadurch wird die gewöhnliche Geschwindigkeit wieder hergestellt, die überhaupt nicht in der wahren Geschwindigkeit der aktinischen Atome besteht, sondern nur im Verhältnisse der geometrischen Distanz von A nach B zur Zeit, ohne Angabe des Weges.

Aktinische Atome, die nicht nur durch das Körpermolekül hindurchgehen mußten, sondern außerdem durch einen Bestandteil eines Körpermoleküls, etwa ein Aggregat fünfter oder vierter Ordnung, erfahren einen um so größeren Geschwindigkeitsverlust.

Dadurch läßt sich die Spaltung eines Lichtweges beim Durchgange durch ein brechendes Medium ungezwungen erklären. Es ist auch selbstverständlich, daß ein Lichtstrahl, der in einem Flüssigkeitsmoleküle gefangen gehalten war, durch den vorübergehenden Aufenthalt im Moleküle gewisse Eigenschaften annehmen wird, die ihm das Molekül erteilt.

Die Zahl der Verdichtungsmaxima, der remittierten aktinischen Materie, die eine Raumstelle in der Zeiteinheit passieren, ergibt die „Schwingungszahl" des undulierten und radiierten Bahnensystemes.

Die Schwingungszahl des Lichtes ist zugleich die Zahl der periodischen Volumsänderung des emittierenden und remittierenden chemischen Aggregates.

Hat die remittierende Einheit, zum Beispiel ein Gasmolekül eines Stoffes, der bei gewöhnlicher Temperatur ein echtes Gas ist, eine Periodizität der Volums- und Gestaltsänderung, die zwischen weiten Grenzen variabel ist, so kann kein aus wenigen Linien bestehendes Spektrum erzeugt werden. Die periodische Gestaltänderung eines wallenden Atomogenenschwarmes, der nur locker zu Atomen und zu einem Molekül gruppiert ist, ist viel zu wenig scharf wiederholt, und zu wenig gleichzeitig ausgeprägt. Aus demselben Orte kommen zu verschiedenen Zeiten und aus verschiedenen Orten zur selben Zeit ungleiche Schwingungszahlen. Dadurch entsteht ein Bandspektrum.

Je schärfer die Gleichzeitigkeit im Eintritte der neuen Phase ausgeprägt ist, desto mehr nähert sich das erzeugte Spektrum einer einzigen Linie. Gibt es in derselben remittierenden Einheit, die ein kompliziertes Aggregat ist, mehrere Teile, deren jeder zwar eine scharf geprägte gleichzeitige Periodizität in sich hat, sich aber von den anderen Teilen in der Remissionszahl unterscheidet, so entstehen ebenso viele Linien im Spektrum.

Die remittierten aktinischen Atome gelangen von den Ameren der Oberfläche der Lichtquelle nach allen von der einen Seite der Tangentialebene des Austrittspunktes von der Lichtquelle weiterführenden Richtungen zur Aussendung.

Denkt man einen Aussendungspunkt als Zentrum, so enthält jede Kugelfläche zu diesem Zentrum nur hier und da einige Lichtatome. Da aber keine Stelle bevorzugt ist, so wird eine Raumstelle, die vielen solchen Kugelwellen ausgesetzt bleibt, schließlich so beeinflußt, als ob wenigere aber dichtere Kugelwellen herangekommen wären. Man kann daher die Fortpflanzung des Lichtes so auffassen, als erfolgte sie in Kugelwellen.

Werden für eine kleine Raumstelle sehr viele Schwingungszahlen gemischt, so ist das nicht so aufzufassen, als ob auch in derselben Zeit die verschiedenen Schwingungen in einem kleinen Raume gemischt stattfänden.

Eine Mischung von Schwingungszahlen kann sich auch darauf beschränken, daß viele Schwingungszahlen im beliebigen Nacheinander für denselben Ort existieren, so daß sich die Wirkungen und Nachwirkungen der verschiedenen Periodizitäten zum Beispiel im Auge zu einer resultierenden Wirkung mischen.

Die Mischung gleichzeitiger Komponenten ergäbe die Empfindung der Finsternis. Die Dichtenunterschiede in den Häufungen der remittierten Atome würden verwischt werden. Die radiierte Strömung allein ohne Schwingungszahl genügt nicht zur Lichtempfindung.

Wenn hingegen zwei Strahlen aus verschiedenen Richtungen zum Schnitte gebracht werden, so beschränkt sich die Verwischung der Dichtenunterschiede auf die Stelle der Interferenz. Die keraunischen Atome, die verschiedenen Strahlen angehören, haben Raum genug, um nebeneinander vorbeizukommen.

Trifft ein keraunisches Atom, das einem Strahle angehört, ein fremdes, das eben nicht zu demselben Radiationssysteme gehört, so werden die beiden Atome, wenn sie genügend nahe aneinander vorbeigehen, sich gegenseitig zum geraden Stoße drehen, und ohne eine wirkliche Berührung sich gegenseitig verlassen.

Fixieren wir nicht ein Atom, sondern einen Punkt im Raume, durch den ein Lichtstrahl gelegt ist. Dieser Punkt wird in relativ langen Zeitstrecken leer sein, und in gewissen Zeitpunkten wird hier ein keraunisches Atom hindurchwandern. Ab und zu wird gerade in diesem Punkte ein Zusammenstoß des zum Strahle gehörigen Atomes mit einem fremden Atome aus unberechenbarer Richtung her stattfinden. Durch den Stoß geht das Atom dem Lichtstrahle verloren, denn es wird irgend wohin seitlich getrieben; das fremde Atom müßte aber besonders günstig herangekommen sein, wenn es durch den Stoß in den Lichtstrahl gedreht worden sein sollte und in dieser Weise einen Ersatz bieten würde.

Solche Zusammenstöße wird es in dieser Gegend des Lichtstrahles für längere Zeitstrecken in größerer Zahl geben. Da die fremden Atome aus allen möglichen Richtungen herkommen, so werden sie auch nach allen möglichen Richtungen auseinandergesendet. Dabei ist die Richtung im Sinne der Fortpflanzung des Lichtes begünstigt. Atome, die von rückwärts einholend stoßen, müssen entweder individuell schneller sein, oder seitlich einholen. Im ersten Falle sind sie in der Minderheit, im zweiten Falle sind die seitlichen Remissionen nach rückwärts gegenüber den geraden nach rückwärts begünstigt.

Begnügt man sich mit der Addierung der nacheinander von demselben Punkte ausgehenden Wirkungen, so wird sich jeder Punkt eines Lichtstrahles so verhalten, als wäre er das Zentrum einer schwachen sekundären Kugelwelle, die in der Richtung vorwärts besser entwickelt (intensiver) ist als in der Richtung rückwärts.

Die primäre Kugelwelle ist, wie aus der Entstehungsweise hervorgeht, für jedes remittierende Körpermolekül eines glühenden Körpers nur eine Teilkugelwelle, weil die Remission nur in der Richtung vom Körper weg erfolgt. Ein glühendes Gasmolekül kann nach allen Richtungen remittieren, daher eine ganze Kugelwelle entsenden.

Innerhalb der fortschreitenden primären Kugelwelle gibt es keine rückschreitende Richtung. Die Bahnen der keraunischen Atome können nur nach einer Richtung, nämlich zentrifugal, radiiert werden.

So einfach die Vorstellung der Remission ist, so schwierig ist jede Abweichung von diesem Hypothesentypus. Es ist bekannt, daß Huyghens nicht erklären konnte, warum es keine rückwärts schreitenden Wellen gebe, und daß er sich über diese Schwierigkeit mit den Worten hinaussetzte: „tout cecy ne doit pas sembler estre recherché avec trop de soin ni de subtilité“.[1]) Fresnel überwand die Schwierigkeit insofern, als er zeigte, daß die rückwärts schreitenden Wellen zur Lichtempfindung nicht erforderlich seien, und daß überhaupt nicht die „einhüllende Fläche“ der Elementarwellen direkt für das Sehen maßgebend sei, wie Huyghens glaubte, sondern nur die Orte der gegenseitigen Verstärkung der Elementarwellen. Damit war aber die für die Hypothetik wichtige Frage nicht gelöst, warum es keine rückwärts schreitenden Wellen geben könne, auch wenn sie nicht als Licht empfunden werden.

Natürlich ist es vom Remissions-Standpunkte immer wichtig, die primäre Welle von den sekundären zu unterscheiden.

---

[1]) Traité de la lumière p. 18.

71. Die Schwierigkeit des Problemes der Lichtreflexion.

Reflektierte Lichtstrahlen verhalten sich so wie elastische Kugeln. Der Einfallswinkel ist gleich dem Reflexionswinkel.

Nun hat es aber seine großen Schwierigkeiten die Lichtätheratome oder was man sonst statt ihrer annehmen mag, mit Billardkugeln im Ernste zu vergleichen. Es gibt keine absolut elastischen Körper, und die Lichtätheratome werden schwerlich in ihrer Kleinheit, wenn sie Kugeln sein sollten, einen Vorzug besitzen, der die Gewinnung der absoluten Elastizität erleichtert. Diese Kleinheit wird eher ein Nachteil sein.

Überdies sind die Lichtätheratome wahrscheinlich keine festen Kügelchen von hoher Aggregationsstufe und starrem Molekülverbande, so daß die Elastizität durch die Aggregation ermöglicht würde.

Es gibt nicht einmal elastische Flüssigkeitstropfen, um wieviel weniger wird die Elastizität an einem Gasmolekül möglich sein? Und doch ist ein chemisches Gasmolekül als Aggregat vierter Ordnung sehr kompliziert gebaut, wenn man es mit einer Einheit der strahlenden Materie oder einem Lichtätheratome vergleicht. Der Lichtäther ist nicht einmal so hoch aggregiert, daß er in Elemente differenziert wäre nach Analogie der chemischen Elemente, und daß in ihm Analogien der chemischen Reaktionen stattfänden.

Man wird daher die Lichtreflexion ohne Elastizität der Lichtätheratome erklären müssen. Diese Erklärung ist nicht unmöglich.

Stellen wir uns zunächst vor, eine Lichtwelle wäre longitudinal gebaut und bestünde aus abwechselnden Schichten, aus Verdichtungs- und aus Verdünnungsmaximen, die im Sinne von Kugelwellen fortschreiten.

Ein kleines Stück einer großen Kugelwelle, eines Verdichtungsmaximums, das als ebene Schicht behandelt werden kann, worin die Lichtätheratome dicht gehäuft fortschreiten, treffe unter einem spitzen Einfallswinkel auf eine ebene Oberfläche eines festen Körpers.

Jedes einzelne Lichtatom, das etwa ein Aggregat erster Ordnung sei, ohne festen Verband der Amere, also ein Ameren-

schwarm, wird entweder zwischen zwei Körpermolekülen eindringen, oder vor einem Körpermoleküle umkehren.

Das Körpermolekül und das Lichtätheratom bringen sich gegenseitig in die Lage der entgegengesetzten Eigenrichtungen. Das Körpermolekül erfährt durch die außerordentlich geringe Amerenmasse des Lichtätheratomes so gut wie keine Drehung, weil dieses aktinische Atom schon in der Entfernung begriffen ist, bevor das Körpermolekül zu einer nennenswerten Drehung gebracht ist. Außerdem wird das Körpermolekül durch seine Nachbarn so festgehalten, daß es sich gar nicht drehen kann. Es führt nur periodische Hinundhergänge aus. Das Lichtätheratom wird daher immer den festen Körper in der Richtung des Einfallslotes verlassen.

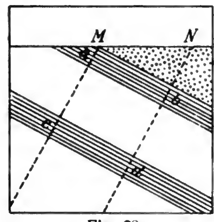


Fig. 28.

Flüssigkeiten verhalten sich hierin ähnlich wie feste Körper, da das Flüssigkeits-Oberflächenhäutchen eine mindestens moleküldicke Schicht ist, worin sich die Flüssigkeitsmoleküle enger zusammenhalten und an der echten Flüssigkeits-Beweglichkeit verhindern.

Käme sonst nichts in Betracht, so würde jeder Lichtstrahl aus jedem beliebigen Einfallswinkel in die Richtung des Einfallslotes reflektiert werden.

Nun müssen wir aber etwas beachten. Jedes Verdichtungsmaximum hat vor sich her ein Verdünnungsmaximum. Steht nun der Lichtwelle ein fester Körper wie eine Mauer entgegen, so wird das Verdünnungsmaximum zwischen der Lichtwelle und der Mauer zusammengedrängt. Aus dem ehemaligen Verdünnungsmaximum entsteht ein Verdichtungsmaximum. In Figur 28

sei *MN* die reflektierende Wand, und *ab* ein eben herankommendes Verdichtungsmaximum, dem ein anderes *cd* folgt. Die zusammengedrängten Lichtätheratome befinden sich in dem punktierten dreieckigen Raume. Sie entkommen nicht, weil sie alle in der Richtung des Einfallslotes von *MN* herkommen. Das Gedränge ist natürlich in *a* stärker als in *b*. Das gesamte Wellenstück *ab* wird durch das ungleich starke Gedränge so lange gedreht, bis *ab* mit der reflektierenden Wand parallel gerichtet ist. Dann ist das Gedränge gleich verteilt. Nun ist aber, sobald die Parallelstellung erreicht ist, der Punkt *a* schon in der Richtung von der Wand weg begriffen, während der Punkt *b* die Wand noch nicht erreicht hat.

Die Geschwindigkeiten in *a* und in *b* sind gleich, aber entgegengesetzt gerichtet. Der Punkt *b* wird sich daher noch ebenso weit zur Wand hin bewegen, als sich der Punkt *a* davon entfernt. Nach dieser Zeit entfernt sich das ganze Wellenstück parallel zu der Lage, in die es gedreht wurde.

Das Wellenstück hat sich daher um genau so viel aus der Parallelstellung zur Wand gedreht, als es vor der Berührung von der Parallelstellung entfernt war. Das heißt also, der Einfallswinkel des Radius der Welle ist gleich dem Ausfallswinkel.

72. Probleme der Lichtgeschwindigkeit, die für die reine Hypothetik wichtig sind.

Newton war bekanntlich der Meinung, daß sich das Licht in einem dichteren Medium schneller fortpflanze als in einem dünneren, weil es von den Teilchen der dichteren Substanz stärker angezogen, und daher in seinem Wege gefördert werde.

Die Messungen von Foucault haben gezeigt, daß die Lichtgeschwindigkeit im Wasser kleiner ist als in der Luft. Die Lehre Newtons gilt dadurch für widerlegt.

Was beweist aber eigentlich die geringere Geschwindigkeit im Wasser? Sind die Lichtatome mit Eigengeschwindigkeit ausgestattet, so werden sie nicht von der Luft und nicht vom Wasser herangezogen und dadurch in Bewegung versetzt. Ad hominem ist Newton widerlegt; aber es muß keine Anziehung

aus der Ferne geben. Die Lichtatome werden beim Durchgange durch das Wasser mit ihren Eigengeschwindigkeiten vorwärts kommen. Wenn aber die aktinischen Atome hin und wieder zwischen den Bestandteilen eines Wassermoleküles eindringen, im Wassermoleküle hin und her geschickt werden und nach einiger Zeit das Wassermolekül wieder verlassen, so werden sie durch die wiederholte Brechung einen Verlust an jener Geschwindigkeit erleiden, mit der sie von einer Grenzfläche der Wassermenge zur andern gelangen. Dieser Verlust trifft selbst diejenigen aktinischen Atome, die nicht in ein Wassermolekül eindringen, sondern zwischen den Molekülen hin und her reflektiert werden.

Daher folgt eigentlich aus der Remissionshypothese, daß die Geschwindigkeit des Lichtes um so mehr verzögert wird, je dichter das Medium ist. Dasselbe gilt auch für Emissionen und für die Wegschleuderung kleiner Teilchen der leuchtenden Substanz selbst. Newton ist nicht eigentlich hinsichtlich der Emission widerlegt, sondern nur hinsichtlich des Schlusses, daß die Emission durch das dichtere Medium beschleunigt werde. Diesen Schluß konnte er von seinem Standpunkte aus nicht anders ziehen, weil er von der Vorstellung der Anziehung der Körper aufeinander aus der Ferne erfüllt war, und ihm der Gedanke einer Eigenbewegung ferne lag. Es ist eigentlich nur bewiesen, daß man nicht die Emission gleichzeitig mit der Energie der Fernwirkung annehmen kann. Andrerseits läßt sich zeigen, daß zugleich mit der Ausschaltung der Anziehung aus der Ferne die Undulation eines elastischen Äthers ohne translatorische Bewegung unhaltbar wird. Es handelt sich hier offenbar um zusammenhängende konstruierte Systeme, von denen jedes für sich gleich gut möglich ist, während die Kombination getauschter Teile zu Widersprüchen in sich und zu Widersprüchen mit den Tatsachen führt.

Die Lichtgeschwindigkeit hat einen doppelten Sinn. Man kann darunter die Geschwindigkeit verstehen, mit der das Lichtatom durch den Raum zieht. Davon verschieden ist die Geschwindigkeit, mit der die aufeinander folgenden Häufungen von Lichtatomen durch die emittierende Einheit geformt werden. Denken wir uns einen Ort, von dem aus in gleichen Intervallen Boten in größerer Menge gleichzeitig ausgesendet werden.

Gehen die Boten gleich schnell, so sind die Abstände zwischen den einzelnen Botengruppen gleich, und in ihrer Größe von der Zahl der Aussendungen in der Zeiteinheit einerseits sowie von der Geschwindigkeit der Boten andrerseits abhängig. Die Distanz zwischen zwei Botengruppen entspricht der Wellenlänge des Lichtes. Bei gleichen Lichtgeschwindigkeiten sind verschiedene Wellenlängen möglich, weil diese auch von der Periodizität der Volumsänderung der emittierenden Einheit abhängen.

Wird der Weg für die Boten schwieriger, etwa gewundener, so werden die Distanzen in der Luftlinie zwischen zwei Orten mit kleineren Geschwindigkeiten zurückgelegt werden. Sind die Boten gleich langsam, so wird die Botschaft langsamer befördert (die Fortpflanzungsgeschwindigkeit sinkt). Die Zahl der Botengruppen, die einen Ort in der Zeiteinheit passieren (die Schwingungszahl), bleibt konstant. Die Distanzen zwischen den Botengruppen werden kleiner (die Wellenlängen werden für dieses Medium kürzer).

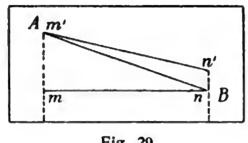


Fig. 29.

Marschieren die Boten in einer Reihe, und wird die Geschwindigkeit an der Linie AB eine andere, so macht die Reihe mn eine Schwenkung. Dadurch wird die Richtung von $m'n'$ im Verhältnisse zur früheren gebrochen (Lichtbrechung).

Marschieren die Reihen dichter hintereinander, so wird in B eine Stockung entstehen können, wenn zwischen n und n' Passanten dazwischen geraten, oder wenn Nachzügler von n' oder Vorausläufer aus n zusammentreffen.

Die Atomhäufung gleicht nicht stramm marschierenden Soldaten. Die verschiedenen Atome haben ungleiche Geschwindigkeiten. Es gibt daher immer einen Austausch und eine Wechselwirkung zwischen zwei einander folgenden Häufungen. Diese

Wechselwirkung kann zu einem Gedränge und einer Verzögerung führen, wenn die Häufungen beim Eintritte in ein neues Medium näher aneinander rücken (wenn die Wellen für dieses Medium kürzer werden). Diese Verzögerung wird daher bei hohen Schwingungszahlen und kurzen Wellen ausgiebiger sein als bei niedrigen Schwingungszahlen und langen Wellen. Daher wird rotes Licht im Wasser schneller gehen als blaues, was durch Michelson experimentell gefunden wurde. Beim Eintritte in das neue dichtere Medium ist außerdem diese Verzögerung ungleichmäßig verteilt, wenn der Einfallswinkel kein rechter ist. In B ist das Gedränge größer als in A, wo es für die erste Reihe beim Eintritte in m' noch null ist, wenn in n bereits die zweite Reihe eintrifft. Dadurch wird die Schwenkung verstärkt. (Licht von kürzeren Wellen und höherer Schwingungszahl wird stärker gebrochen; die Brechung ist mit Farbenzerstreuung verbunden.)

Die Geschwindigkeit des einzelnen Lichtatomes hat sich dabei, auf den echten Weg bezogen, nicht verringert. Die Geschwindigkeit, mit der die Verdichtungsmaxima in der Zeiteinheit aufeinander folgen, auch nicht. Hingegen ist die scheinbare Geschwindigkeit eine andere, die man erhält, wenn man die geometrische Distanz zwischen zwei Orten in der Bahn des Lichtes auf die Zeit bezieht.

Betrachten wir noch die Ungleichheit der Schnelligkeit der emittierten Lichtatome. Wenn von einem Orte eine Menge von Boten gleichzeitig nach derselben Richtung ausgesendet wird, so bleibt die Gruppe nur beisammen, wenn die Boten gleich schnell sind. Ebenso würde sich eine Häufung von Lichtatomen von selbst auflösen, wenn sie die einzige Aussendung wäre, weil die Lichtatome nach der Voraussetzung ungleich schnell sind.

Nun folgt aber eine Häufung hinter der anderen. Beim ungemischten Lichte sind die Abstände untereinander gleich, beim gemischten ungleich. Bleibt nun ein Atom hinter einer Häufung zurück, so wird es späterhin in die nachrückende Häufung eintreten, und schließlich auch hinter dieser zurückbleiben. Der ersten Häufung entsteht dadurch ein Verlust. Ein anderes Atom dieser Häufung wird vorauseilen, dadurch dieser Häufung ver-

loren gehen, und schließlich auch die vorhergehende Häufung überholen.

Dadurch entsteht der ersten Häufung, von der wir ausgegangen sind, kein bleibender Verlust. Für ein zu langsames Atom, das zurückbleibt, wird ein schnelleres eintreten, das seiner Gruppe vorausgeeilt war. Für ein zu schnelles Atom wird ein langsameres eintreten, das aus der vorhergehenden Häufung zurückgeblieben ist.

Es entsteht der ersten Häufung aber auch kein bleibender Gewinn. Alle Atome der Häufung sind vorübergehend in ihr, nur die Häufung selbst bleibt erhalten. Die Atome der Verdichtungsminima wechseln ebenso beständig; es erwächst aber dadurch dem Minimum als solchem weder ein bleibender Gewinn noch ein bleibender Verlust.

Das ist die Geschwindigkeit, die im primären Strahlungssysteme durchschnittlich zur Entwicklung kommt. Daneben besteht noch gelegentlich die weit schwächere sekundäre Strahlung, zu der jedes Atom gelegentlich einen Strahl beitragen kann, wenn es seitlich mit einem fremden Atome zusammentrifft, und dieses in das Strahlungssystem hineinstößt, selbst aber dadurch aus dem Systeme austritt, indem es von der Richtung des fremd gewesenen Atomes bestimmt und dadurch selbst für das Strahlungssystem fremd wird.

73. Ist die Polarisation mit der Emissionshypothese wirklich prinzipiell unvereinbar?

Die von Malus entdeckte Polarisation des Lichtes machte den Eindruck, daß sie durch longitudinale Schwingungen nicht zu erklären sei. Unter dem psychischen Zwange dieses Eindruckes erfand Fresnel die Transversalschwingung. In dieser Form besiegte die Huyghenssche Undulationshypothese die Emissionshypothese Newtons.

Es hat sich schon aus den vorhergehenden Betrachtungen ergeben, daß eine monenergetische Formung der Emission von longitudinaler Undulation, von Brechung, und von Farbenzerstreuung durch Brechung überhaupt nicht getrennt vorgestellt werden kann. Emission und longitudinale Undulation sind über-

haupt keine Gegensätze, wenn man sich nicht den Blick durch die starre Fixierung der zufälligen historischen Fassung der Emission durch Newton bannen läßt. Die wahren Gegensätze lauten: Undulation ohne oder mit Emission? Undulation als Innenbewegung einer am Orte ruhenden Äthergallerte, oder Undulation im Sinne von emittierten aufeinander folgenden Verdichtungs-Maximen und -Minimen nach Art des Schalles?

Die bekannte Polarisation des Lichtes durch Turmalinplatten gab das Rätsel auf. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Polarisation durch Transversalschwingungen nach Analogie eines in nur einer Ebene schwingenden Seiles genial erklärt wurde. Die Schwierigkeit lag nur darin, eine Ähnlichkeit zwischen einem zwischen zwei festen Punkten gespannten Seile und einem System von Lichtätheratomen herauszufinden, die mit nichts weniger als mit einem festgespannten Seile eine Ähnlichkeit haben und weit eher als Gasteilchen zu behandeln wären. Hier wie so oft in anderen Fällen hat das Gleichnis über die verglichene Sache gesiegt, als ob Gleichnis und Beispiel dasselbe wäre. Das Gleichnis kann leicht Eigenschaften haben, die dem verglichenen Gegenstande fehlen, und trotzdem als Eigenschaften behandelt werden, die dem verglichenen Gegenstande nicht nur zukommen, sondern wesentlich zukommen müßten, wenn die Behandlung des Gleichnisses statt des Gegenstandes bis zu Ende beibehalten wird.

Man denke nur, welche Schwierigkeiten es hat, daß ein Körper wie unser Planet sich seinen Weg durch eine elastische zittrige Gallerte von Lichtätheratomen breche, ohne die Anordnung dieser Lichtätheratome zu zerstören. Vor dem Planeten muß die Gallerte aufbrechen wie das Wasser vor dem Schiffsbug aufschäumt, und hinter dem Planeten muß sich die Gallerte wieder schließen. Dabei sollen die Ätheratome ihre Distanzen voneinander unbekümmert um äußere Störungsversuche beibehalten, und sich nur ihren transversalen Schwingungen überlassen, sonst wird alle Optik unmöglich. Die Sache wird nicht viel besser, wenn der Planet die Gallerte durchdringt. Es müßte sonderbar zugehen, wenn diese zahlreichen chemischen Atome und Moleküle die feine Ätheratomenanordnung passieren könnten, ohne sie zurückzustoßen. Es müßten bereits die Stürme hin-

reichen, diese feine, an die Knoten eines Netzes erinnernde Anordnung zu zerreißen. Es bleibt offenbar nur der Ausweg übrig, den Planeten in den Äther eingebettet sein zu lassen, so daß Äther und Planet sich gleichsinnig bewegen. Damit ist aber nur diesem einen Planeten geholfen; die übrigen müssen trotzdem die Gallerte aufbrechen. Und wenn man schließlich den Lichtäther innerhalb des ganzen Sonnensystemes ruhen ließe, so müßte dieses riesenhafte System erst recht den Weltäther zu durchbrechen haben, weil die Eigengeschwindigkeit der Sonne da ist. Wenn die Gallerte schließlich sehr groß geworden ist, bleibt nichts übrig, als fortzugehen und sie stehen zu lassen. „Tout cecy ne doit pas sembler estre recherché avec trop de soin ni de subtilité."

Die Erklärung der Polarisation wäre im Grunde genommen auch vom Standpunkte der Emission möglich gewesen. Denken wir uns eine Emissions-Kugelwelle. In jedem größten Kugelkreise sind beim natürlichen Lichte Lichtatome zu finden, die im Sinne der primären Emission einem Radius angehören. Denken wir uns viele solcher Strahlen parallel gemacht, so erhalten wir beim natürlichen parallel gemachten Lichte ein System von parallelen Strahlen, das wir in x parallele Schichten einer gewissen geringen Breite begrifflich zerlegen können. Löschen wir nun jede ungeradzahlige Schichte aus, und lassen wir die geradzahligen Schichten übrig, so erhalten wir ein System von mehr oder weniger breiten Lichtstreifen. Sind die Streifen sehr schmal und zahlreich, so werden nicht mehr Streifen gesehen, sondern eine Fläche. Nichtsdestoweniger ist nur mehr die Hälfte des Lichtes vorhanden. Die Lichtstreifen müssen so schmal sein, daß die Bilder von mindestens zwei Streifen auf dasselbe perzipierende Element der Netzhaut fallen. Dann ist es unmöglich, die Schattenlinien zu perzipieren. Diese Bedingung ist überreichlich erfüllt, da weit mehr als zwei Streifen demselben Element entsprechen können.

Wird ein solches System von parallelen Lichtschichten in derselben Weise abermals „polarisiert", indem abermals die ungeradzahligen Schichten (die schon ausgelöscht sind) ausgelöscht werden sollen, und die geradzahligen (nach wie vor) übrig bleiben, so wird durch die zweite gleichsinnige Polarisation

nichts verändert werden. Werden die verschonten Schichten beim Durchgange durch das Polarisationsmittel geschwächt, so wird die zweite Polarisation das übrig gelassene Licht entsprechend mehr schwächen, aber nicht auslöschen. Man kann das Gleichnis modellieren, indem man parallel gemachte Lichtstrahlen durch parallele Schirme schichtenweise auslöscht und das Licht zwischen je zwei Schirmen durch Glas beziehungsweise durch Pausepapier gehen läßt. Sehen wir von der Schwächung des Lichtes durch Absorption ab, so verhält sich das durchgelassene Licht nach der zweiten Polarisation so wie nach der ersten zur ursprünglichen Menge wie die Hälfte zum Ganzen.

Das Modell des Gleichnisses kann hier zu einem Mißverständnisse führen. Bedienen wir uns zur Auslöschung paralleler undurchsichtiger Platten, so kann das erste Plattensystem gegen das zweite so verschoben werden, daß zwar sämtliche Platten parallel sind, aber das Licht aus je einem Lichtraume auf je eine Platte des zweiten Systemes trifft, wodurch eine Verfinsterung bedingt ist. Diese Anordnung ist nur im Modelle, nicht in der Natur möglich. In der Natur werden nicht undurchsichtige Platten vorhanden sein, sondern lichtdurchlässige Moleküle, die die Lichtwege regulieren, daß das Licht das polarisierende Medium an der Austrittsoberfläche in dünnen parallelen Streifen verläßt. Diese Streifen beschreiben in der Luft ebenso dünne parallele Schichten, die durch relativ breitere dunkle Schichten getrennt sind und ein zweites Mal ein polarisierendes Medium treffen können. Erfolgt hier die Polarisation in derselben Weise, so werden die Streifen nirgends ausgelöscht. Sie treten in das lichtdurchlässige Medium ein, und verlassen es ebenfalls in Gestalt paralleler dünner Streifen, weil die Lichtwege wiederum so gelenkt werden. Die Lichtschichten können durch die zweite Polarisation seitlich parallel zur Lage des Eintrittes geschoben werden, aber sie erfahren keine andere Schwächung, als sie ererfahren hätten, wenn das polarisierende Medium nur eines und doppelt so dick gewesen wäre.

Erfolgt die zweite Polarisation in einem rechten Winkel zur ersten, so wird das parallele System zahlreicher feiner Lichtschichten abermals durchgestrichen und dabei senkrecht auf die Richtung der Schichten. Löschen wir bei der zweiten Polarisation

auch jede ungeradzahlige Schicht aus, so erhalten wir für einen auffangenden Schirm kleine Lichtquadrate (Figur 30) auf dunklem Grunde. Sehen wir von der Schwächung des Lichtes der Quadrate durch die zweite Absorption (Glas oder Pausepapier der Lichtschachte im Modelle) ab, so haben wir nach der zweiten Polarisation nur mehr das Viertel der ursprünglichen Lichtmenge. Da viele Quadrate auf demselben perzipierenden Elemente des menschlichen Auges abgebildet werden, so sieht das Auge keine Punkte, sondern eine bedeutend verminderte Helligkeit.

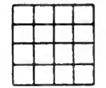
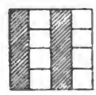
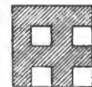




Fig. 30.

Das ist der Vorgang der einfachen Polarisation, vom Standpunkte der Emission konstruiert.

Lassen wir die Lichtstreifen zu den Schattenstreifen in der Breite das Verhältnis eins zu neun haben, während die Distanz der Lichtstreifen gleich bleibt, so haben wir nach der ersten Polarisation ein Zehntel der ursprünglichen Lichtmenge oder eine verminderte Helligkeit und nach der zweiten Polarisation im Winkel von 90° ein Hundertstel der ursprünglichen Menge, oder für die Empfindung die Auslöschung des Lichtes; nicht physikalisch, wohl aber physiologisch null, was genügt.

Läßt die erste Polarisation ein Hundertstel übrig, so ergibt sich nach der zweiten nur mehr ein Zehntausendstel.

Diese physiologische Erklärung leistet mit der Emission dasselbe wie die physikalische mit der Transversalschwingung als Innenbewegung eines am Orte ruhenden Äthers. Sie vermeidet dabei die Schwierigkeiten, die in der Transversalschwingung als solcher stecken.

Es ist leicht vorzustellen, daß das einfach polarisierte Licht nur eine Schwingungsebene habe, so daß das Ätheratom im Querschnitte der Lichtschwingung in einer einzigen Linie hin und her geht *(A)*. Schwierig ist aber die Vorstellung des natürlichen Lichtes *(B)*. Da das Atom nicht gleichzeitig in unendlich

vielen Richtungen gehen kann, so muß es wohl nacheinander die Richtungen wechseln. Da entsteht die Frage, wie weit die neue Richtung von der alten absteht; vielleicht um 30°, vielleicht auch um 29° oder 51°; warum ist gerade eine bestimmte aus unendlich vielen gleich gut möglichen Größen die wirkliche? Und wie kommt das Atom aus einer Schwingungsebene in die andere hinüber? Wechselt aber das Atom stetig die Schwingungsebene, dann sind die Bahnen im Querschnitte des natürlichen Lichtweges (*B* Figur 31) nicht sternförmig zu zeichnen, sondern krumm.

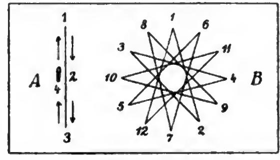


Fig. 31.

Wenden wir uns nun zur Farbenzerstreuung des polarisierten Lichtes durch eine Quarzplatte.

Diese Erscheinung bringt für die Remissionshypothese keine neue Schwierigkeit. Das Problem läßt sich elementar etwa in folgender Weise erläutern.

Wir hätten zunächst eine Lichtwelle aus Licht gleicher Wellenlänge. Denken wir uns, wir würden einen Teil dieser Welle durch Linsen derart umformen, daß die Strahlen parallel gemacht werden. Aus diesem Lichte schneiden wir nun durch einen Spalt eine dünne Schicht heraus, die für die Zeichnung als eine Ebene behandelt werden darf. Nennen wir sie die Lichtebene. Linse und Spalt seien so angeordnet, daß alle Strahlen horizontal gerichtet sind und die Lichtebene selbst vertikal.

Nun stellen wir der Lichtebene ein vertikal gerichtetes brechendes Prisma in den Weg. Jeder Lichtstrahl liegt nun mit seinem Lote und der Ausfallsrichtung in derselben Ebene. Statt eines Lichtstrahles haben wir eine einfallende und eine ausfallende Lichtebene; statt des Brechungswinkels eine Brechungskante. Die Ausfallsebene bildet mit der Einfallsebene eine vertikal

gestellte Kante. Beim Austritte aus dem Prisma, dem wir drei vertikal gestellte Flächen geben wollen, wird die Lichtebene abermals und jetzt von der Lotebene weg gedreht. Dieser Lichtebene können wir nun ein zweites Prisma in den Weg stellen, dessen brechende Seiten ebenfalls vertikal stehen. Hat das erste Prisma den Lichtweg nach rechts gedreht, so können wir das zweite so aufstellen, daß der Lichtweg nach links gedreht wird. In dieser Weise können wir das Licht im Zickzack vorwärts leiten.

Alle diese Lichtebenen sind gegeneinander um vertikale Brechungskanten gedreht. Die Zahl und Form der Prismen sei beliebig. Es läßt sich nun die Richtung der ursprünglich gegebenen Lichtebene durch jedes neu hinzukommende Prisma in einen anderen Winkel drehen. Man kann sie schließlich sogar in die Fortsetzung der ursprünglichen Richtung hineindrehen. Alle diese Ebenen stehen aber vertikal, weil die Brechungskanten vertikal stehen. Man kann die Lichtebene nicht so drehen, daß die Endlage der Lichtebene horizontal und die Anfangslage vertikal ist.

Führt man nun statt der ausschließlich vertikalen eine beliebige Aufstellung der Prismen ein, oder bedient man sich besser brechender Pyramiden, die man auch ausschließlich vertikal, abwechselnd aufrecht und verkehrt anbringen kann, so wird man Brechungskanten erhalten die nicht mehr vertikal stehen. Ist die Brechungskante nicht mehr vertikal, und ist die Einfallskante nicht 90°, so ist auch die Ausfallsebene nicht mehr vertikal. Die Lichtebene ist jetzt aus der ursprünglichen Richtung im Sinne der Abweichung von der vertikalen um irgend einen Winkel gedreht worden. Durch die Fortsetzung dieser Drehungen, die abwechselnd von rechts nach links und von links nach rechts erfolgen können, wird das Licht ebenfalls im Zickzack vorwärts gebracht.

In dieser Weise ist es möglich, daß die ursprüngliche vertikale Lage der Lichtebene schließlich in eine horizontale gedreht wird. Hat die Drehung, zwischen Anfangs- und Endlage gemessen, genau 90°, so sind die Strahlen in der Endlage mit den Strahlen der Anfangslage wiederum parallel. Die Ebenen, denen die Strahlen angehören, sind aber gegeneinander gedreht worden. Die Drehung kann aber auch in der Weise erfolgen, daß die

Strahlen der Endlage mit den Strahlen der Anfangslage zwar parallel geworden sind, die Drehung der Ebenen aber nur einen kleinen Winkel erreicht, etwa 1°.

Nennen wir den Inbegriff der Pyramiden, die wir zu dieser Drehung um 1° benötigen, die Einheit eines Drehungsapparates. Die um 1° gedrehte Ebene können wir nun abermals einer zweiten Einheit des Drehungsapparates so aussetzen, daß die Ebene nach dem Austritte aus dieser Einheit um 1° gedreht ist; vergleicht man die Drehung mit der ersten Anfangslage, so beträgt der gesamte Drehungsgewinn 2°. Die Größe des erreichten Drehungswinkels ist der Zahl der Einheiten des Drehungsapparates, die verwendet wurden, direkt proportioniert.

Nehmen wir zum Versuche das eine Mal rotes und das andere Mal blaues Licht, so werden die Drehungswinkel verschieden groß ausfallen, wenn die Zahl der Einheiten des Brechungsapparates gleich ist. Für die eine Lichtart ist nämlich für jede Brechungskante der Ausfallswinkel ein anderer als für die andere Lichtart.

In dieser Weise dreht eine Quarzplatte die Ebene des polarisierten Lichtes, wenn sie senkrecht zur Achse des Krystalles geschliffen ist. Die Einheit des Drehungsapparates besteht in einer Struktur, die entweder eine Lagerung der Aggregate sechster oder eine Lagerung der Aggregate fünfter Ordnung ist. Mit der Dicke der Quarzplatte wächst die Zahl der Einheiten des Drehungsapparates, daher auch die Größe des Drehungswinkels.

Mit der Brechbarkeit der Lichtart wächst bei gleicher Dicke der Quarzplatte die Größe des Drehungswinkels.

Je größer die Zahl der Einheiten des Drehungsapparates in der Raumeinheit wird, desto kleiner werden die Winkel, die der Leistung der Einheit entsprechen; desto mehr wird also die Vergrößerung des Drehungswinkels durch die Dicke der Quarzplatte scheinbar stetig.

Gibt man der Quarzplatte polarisiertes, aber farbig gemischtes Licht, so müssen bei dieser Art der Drehung die verschiedenen Lichtfarben infolge der ungleichen Brechbarkeit in verschiedene Ebenen gedreht werden. Wird das polarisierte farbig gemischte Licht vor der Drehung durch eine zweite rechtwinklige Polarisation ausgelöscht, so erlischt es für alle Farben.

Wird es erst nach der Drehung von einer zweiten Polarisation getroffen, so hat eben jede Wellenlänge ihre eigene Polarisationsebene. Durch die zweite Polarisation wird daher nur eine Lichtfarbe ausgelöscht, während sich die übrigbleibenden mischen.

Diese Farbenzerstreuung durch Drehung der Lichtebene oder diese Rotationsdispersion unterscheidet sich daher im letzten Grunde durch nichts von der gewöhnlichen Dispersion durch Brechung. Es ist nur nötig, die zur resultierenden Drehung erforderlichen brechenden Medien nach Lage, Form, Größe und Zahl retrospektiv zu konstruieren. Darin liegt nun eine gewaltige geometrische und mathematische Aufgabe, aber kein Problem, das mit der Transversalschwingung einen innigeren Zusammenhang hätte als die gewöhnliche Dispersion durch Brechung an einer einzigen ebenen Fläche eines sonst beliebig geformten durchsichtigen Körpers.

Die Quarzplatte dreht auch das natürliche Licht und zerstreut die Farben des natürlichen Lichtes ebenso durch die Drehung. Die Wirkungen werden nur nicht sichtbar, weil sie sich für das Auge mischen.

Gehen wir wieder zu unserem Beispiele zurück. Machen wir in einem Ausschnitte aus einer Kugelwelle natürlichen Lichtes alle Strahlen durch eine Linse parallel, aber unterlassen wir die Herausschneidung einer Schicht durch einen schmalen Spalt. Schicken wir jetzt das Licht durch denselben brechenden Apparat hindurch, der im stande war, die einfallende vertikale Lichtebene um 90° in eine horizontale Lage zu drehen. Der Apparat wird jetzt so arbeiten wie vorhin. Er wird die Strahlen, die ursprünglich in dem vertikalen Hauptschnitte enthalten waren, in eine horizontale Ebene gedreht haben. Dafür hat er aber jene anderen Strahlen, die anfangs in dem horizontalen Mittelschnitte lagen, jetzt in eine vertikale Ebene zusammengebracht.

Ebenso ist für jede Ebene mit der Drehung zugleich eine Farbenzerstreuung erfolgt. Da sich aber die Farben aufeinanderfolgender Lichtebenen übereinander entfalten, so vereinigen sich die Farben, die aus verschiedenen Ebenen des ursprünglich gegebenen gemischten Lichtes herstammen, in derselben Ebene des Lichtes nach der Drehung wiederum zu gemischtem Lichte.

74. Die zirkulare Polarisation.

Wenn man also die sogenannte lineare Polarisation vom Standpunkte der Remissionshypothese durch eine parallele Anordnung von feinen relativ dünneren Lichtschichten und relativ dickeren Dunkelheitsschichten erklären will, wobei in den Lichtschichten die Strahlen parallel zu machen oder für kleine Breiten und Strecken parallel zu nehmen sind, so wird man in dem polarisierenden Mittel parallele Schichten voraussetzen müssen: auf eine relativ dünne durchsichtige Schicht folgt eine relativ dicke oder im Querschnitte breite undurchsichtige Schicht.

Nun wird es aber auch polarisierende Mittel geben, in denen eine dünne durchsichtige Schicht mit einer dicken ebenfalls durchsichtigen Schicht wechselt, worin aber das durchlässige Medium bedeutend dichter ist. Der Schichtenwechsel kann auf den Gegensatz zwischen den Körpermolekülen und ihren Zwischenräumen zurückgeführt werden.

Der Wechsel durchsichtiger Schichten kann daher keine Abwechslung von Licht und Schatten erzeugen, wie bei der einfachen linearen Polarisation.

Das Licht wird nach dem Austritte aus dem durchsichtigen Polarisationsmittel aus Schichten bestehen, die durch die dichteren Teile des Mediums gegangen sind, und aus anderen, die zwischen den dichteren Teilen hindurchgelangten. Da beide Schichten aus Licht bestehen, so kann man ein derart polarisiertes Licht nicht durch eine zweite Polarisation quer zur ersten auslöschen, Das so polarisierte Licht wird sich wie natürliches verhalten.

Die Unverlöschbarkeit des so polarisierten Lichtes hat aber eine Grenze. In dem dichteren Medium geht das Licht langsamer. Nach der Polarisation wird daher das Licht in der einen Schicht eine andere Phase haben als das Licht in den zwei Nachbarschichten, wenn man die Phasen im Querschnitte zur Fortpflanzungsrichtung des Lichtes vergleicht.

Dieser Phasenunterschied kann zur Auslöschung des so polarisierten Lichtes führen.

Eine Stelle im Raume, durch die eine longitudinale Lichtwelle zieht, wird abwechselnd von einem Verdichtungsminimum und einem Verdichtungsmaximum der aktinischen Materie erfüllt

sein. Nennen wir das Verdichtungsmaximum die Phase 0 und das Verdichtungsminimum die Phase $\frac{1}{2}$, so wird auf die Phase 0 ein mittlerer Zustand oder die Phase $\frac{1}{4}$ folgen, darauf die äußerste Verdünnung oder die Phase $\frac{1}{2}$. Daran schließt sich wieder ein mittlerer Zustand, der als Phase $\frac{3}{4}$ benannt werden möge. Endlich kehrt die Phase 0 oder die größte Verdichtung wieder, die man auch mit 1 bezeichnen kann, indem man die einzelnen Durchläufe weiter zählt.

Bei dieser Art zu benennen bedeutet jede ganze Zahl ein Verdichtungsmaximum, jedes $n + \frac{1}{2}$ ein Verdichtungsminimum und jedes $n + \frac{1}{4}$ sowie $n + \frac{3}{4}$ einen mittleren Zustand.

Die Entfernung zwischen zwei hintereinander ziehenden Maximen ist eine Wellenlänge. In einem dichteren Medium geht das Licht langsamer. Dadurch rücken die Maximen näher aneinander oder die Wellenlänge wird kürzer.

Besteht nun das polarisierende Mittel aus parallelen Schichten, in denen das Licht mit ungleicher Geschwindigkeit sich fortpflanzt, so entsprechen den ungleich dichten Schichten ungleiche Wellenlängen.

Ist das natürliche Licht an alle Punkte des polarisierenden Mittels im selben Zeitpunkte in gleichnamigen Phasen herangekommen, so wird es nur in den Querschnitten der gleichnamigen Schichten die Gleichnamigkeit der Phasen beibehalten.

Beim Austritte aus dem polarisierenden Mittel können wir nun einen Querschnitt zur Fortpflanzungsrichtung durch das polarisierte Licht ausgeführt denken. Entsprechend dem Schichtenwechsel kann sich abwechselnd neben der Phase n die Phase $n + \frac{1}{2}$ finden.

Wenn nun Dichtigkeitsmaxima im Querschnitte knapp neben Dichtigkeitsminima zu liegen kommen und die einzelnen Maxima sowie die Minima sehr kleine Flächen einnehmen, so mischen sich die Phasengegensätze zur Dunkelheit.

Dabei spielt auch die Intensität eine Rolle. Wenn das Dichtigkeitsextremum einem schwach entwickelten Dichtengegensatze, also einem schwachen Lichte angehört, so wird es zusammen mit dem entgegengesetzten Dichtigkeitsextremum eines intensiven Lichtes nicht Dunkelheit erzeugen, sondern nur das intensive Licht schwächen. Das Licht, das in der Geschwindig-

keit verzögert wurde, wird auch immer zugleich in der Intensität schwächer sein.

Bei gleichen Intensitäten heben sich die Phasen n und $n + \frac{1}{2}$ auf; ferner $n + \frac{1}{8}$ und $n + \frac{3}{8}$; ferner $n + \frac{1}{8}$ und $n + \frac{5}{8}$; ferner $n + \frac{7}{8}$ und $n + \frac{3}{8}$; endlich $n + \frac{7}{8}$ und $n + \frac{5}{8}$.

Sachlich gleich für den Zeitpunkt sind die Phasen $n + \frac{1}{4}$ und $n + \frac{3}{4}$; ferner $n + \frac{1}{8}$ und $n + \frac{7}{8}$; endlich $n + \frac{3}{8}$ und $n + \frac{5}{8}$. Die Benennungen sind nur deshalb ungleich, weil die Anordnung der vorangehenden und nachfolgenden Phasen oder die Richtungen der Phasenänderung ungleich sind.

Ohne sich gegenseitig aufzuheben vereinigen sich zu einem mittleren Zustande n und $n + \frac{1}{4}$, nämlich zu $n + \frac{1}{8}$; ebenso

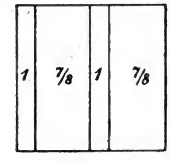


Fig. 32.

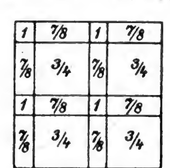


Fig. 33.

$n + \frac{3}{4}$ und $n + 1$, nämlich zu $n + \frac{7}{8}$; ebenso n und $n + \frac{1}{8}$ zu $n + \frac{1}{16}$ und allgemein alle Phasen, die um $\frac{1}{4}$ oder weniger als $\frac{1}{4}$ voneinander verschieden sind.

Nehmen wir nun an, das Licht hätte ein polarisierendes Mittel derart verlassen, daß es aus parallelen Lichtschichten besteht, in denen die Phasen 1 und $\frac{7}{8}$ miteinander abwechseln (Figur 32).

Abgesehen von den Intensitäts- und Breitenunterschieden ergibt das eine Mischung der Phasen zu $\frac{15}{16}$. Das Licht wird den Eindruck des natürlichen Lichtes machen.

Nun nehmen wir eine zweite Polarisation rechtwinklig zur ersten vor. Wir werden den Querschnitt nach der zweiten Polarisation erhalten, wenn wir die Figur 32 um einen rechten Winkel drehen und mit sich selbst durchstreichen.

Aus der Durchstreichung der Felder 1 mit den Feldern 1 ergibt sich wiederum 1. Das heißt, in diesen Feldern wird sich

kein Phasenunterschied entwickelt haben. Sollte die Phase in dem einen Felde $n + {}^1/_2$ sein, so wird sie auch in allen übrigen mit $n + {}^1/_2$ anzuschreiben sein. Nehmen wir der Einfachheit halber wieder eine ganze Zahl $n + 1$ und lassen wir n als selbstverständlich in der Zeichnung weg (Figur 33). Aus der Durchstreichung der Felder der Phase ${}^7/_8$ mit gleichnamigen Feldern ergeben sich wiederum untereinander gleiche Phasen. Da die Felder 1 und ${}^7/_8$ um ${}^1/_8$ Phase verschieden waren, so werden jetzt, wo das verzögernde Medium doppelt so dick ist, die Unterschiede ${}^1/_4$ betragen. Wir werden also in die Felder der Figur 33 überall dort, wo ${}^7/_8$ von ${}^7/_8$ durchstrichen wird, ${}^3/_4$ einzusetzen haben.

Es erübrigt jetzt noch die Durchstreichung der ungleichnamigen Felder. Sind zwei Felder nach der ersteren Polarisation gleichnamig 1, und erfährt das Licht des einen Feldes in der zweiten Polarisation eine Verzögerung, das Licht des anderen Feldes aber nicht, so verhalten sich die Phasen nach der zweiten Polarisation wie $(n - {}^1/_8) : n$. Wir haben daher in der Figur 33 überall dort, wo eine Verzögerung mit einer Nichtverzögerung für dasselbe Feld kombiniert wurde, ${}^7/_8$ einzusetzen.

Alle diese Phasen sind untereinander verträglich.

Diese Schichtung des Lichtes entspricht vom Standpunkte der Remissionshypothese demjenigen Zustande, der vom Standpunkte der Transversalschwingungshypothese die zirkulare Polarisation genannt wird.

Vom letzteren Standpunkte aus wird angenommen, daß die Ätherteilchen nach zwei zueinander senkrechten Richtungen zugleich zur Schwingung angeregt werden, und daher bei gleich starken Komponenten im Kreise, bei ungleich starken in Ellipsen schwingen. Daher kommt der Name zirkular.

Vom ersteren Standpunkte aus wird angenommen, daß das Licht in zwei zueinander senkrechten Schichtensystemen gegeben sei, daß jedes System für sich aus parallelen Schichten bestehe, und daß die benachbarten Schichten sich durch Phasenunterschiede unterscheiden. Daher findet hier der Name zirkular keinen Sinn. Es handelt sich nur um das, was mit der zirkularen Polarisation äquipollent ist.

Ein polarisierendes Mittel dieser Art ist zum Beispiel ein

dünnes planparalleles und parallel zur Achse geschliffenes Blättchen Bergkristall.

Man kann daher den Gegensatz zwischen linearer und zirkularer Polarisation auch mit den Worten Turmalinpolarisation und Bergkristallpolarisation bezeichnen.

Schickt man derart zweimal bergkristallpolarisiertes Licht durch ein dünnes Glimmerblättchen von etwa $^1/_{30}$ mm Dicke, so wird das Licht einfach turmalinpolarisiert. Das heißt, es kann jetzt, nachdem das Glimmerblättchen hinzugekommen ist, durch eine einzige Turmalinplatte ausgelöscht werden, während das natürliche Licht zur Auslöschung zwei Turmalinplatten erfordert.

Vom Standpunkte der Remissionshypothese ist hier folgende Auflösung möglich. Auch das Glimmerblättchen wird abwechselnd Schichten enthalten, in denen der Gang des Lichtes verzögert wird und solche, in denen er nicht oder relativ weniger verzögert wird. Bei dieser Dicke hat das Glimmerblättchen die Fähigkeit, Phasenunterschiede von $^1/_4$ Phase an gleichphasig eingetretenen Strahlen zu erzeugen. Ungleichphasig eintretende werden im Phasenunterschiede verstärkt.

Wir werden also die Figur 33 noch einmal zu durchstreichen haben, und zwar mit parallelen Streifen, die abwechselnd schmal und relativ breiter sind. Die Streifen werden mit denen der Figur 33 nicht kongruent sein.

Die Felder, die in Figur 33 mit 1 bezeichnet sind, werden zum Teil in schmälere Felder übergehen, die wieder mit 1 zu bezeichnen sind, wenn wir sie als Ausgangspunkt für die anderen Phasenbezeichnungen wählen. Zum Teil werden sie, um $^1/_4$ verzögert, mit $^3/_4$ zu beschreiben sein.

Die schmalen langen Felder der vertikalen Richtung in Figur 33 mit $^7/_8$ werden zum Teil in schmälere lange Felder der Phase $^5/_8$ übergehen, zum anderen Teil als schmälere lange Felder der Phase $^7/_8$ erhalten bleiben.

Die schmalen langen Felder in der horizontalen Richtung der Figur 33 mit $^7/_8$ werden zum Teil als schmale aber kurze Felder der Phase $^7/_8$ erhalten bleiben, zum andern Teil als Felder der Phase $^5/_8$ anzuschreiben sein, die in vertikaler Richtung kurz, in horizontaler relativ länger und schmal sind.

Die breiten Felder $^3/_4$ werden zum Teil in vertikal lange

und horizontal kurze Felder $^3/_4$ übergehen, zum Teil in breitere Felder der Phase $^1/_2$.

Alle diese Phasen sind entweder $^3/_4$ oder um $^3/_4$ herum symmetrisch und sich kompensierend verteilt. Entgegengesetzt wirken 1 und $^1/_2$, ferner $^7/_8$ und $^5/_8$. Es bleiben nur die Phasen $^3/_4$ wirksam übrig.

Es werden daher alle mit $^7/_8$ beschriebenen Felder der Figur 33 durch diese Phasenspaltung Dunkelheit ergeben. Ferner werden die breiten Felder $^3/_4$ durch horizontal gemessen weit schmälere Lichtfelder zu ersetzen sein.

Wir erhalten dadurch Verhältnisse zwischen Licht und Dunkel, wie sie in Figur 34 schematisiert sind.

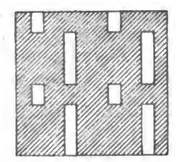


Fig. 34.

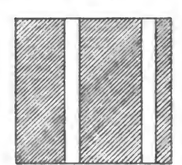


Fig. 35.

Die Distanzen zwischen den Lichtstreifen rühren nicht von den Molekülreihen des Bergkristalles, sondern von jenen des Glimmerblättchens her. Dabei ist noch zu bemerken, daß die Lichtstreifen ab und zu noch schmäler werden. Fällt nämlich ein Feld 1 der Figur 33 durchaus durch die Verzögerung in die Phase $^3/_4$, so bleibt es als Lichtfeld erhalten. Bleibt es aber gänzlich unverzögert 1, so wird es durch das benachbarte $^1/_2$ kompensiert.

Benachbarte Felder, die $^1/_2$ als Phasendifferenz haben, werden sich immer kompensieren, weil in der Zeit die Phasen überall gleich schnell vorrücken, nachdem das Licht wieder in Luft weiterzugehen begonnen hat.

Wir erhalten im wesentlichen eine sogenannte geradlinige Polarisation. Vergleichen wir sie mit der normalen Polarisation durch eine Turmalinplatte so erhalten wir für die einmalige Turmalinpolarisation obiges Schema (Figur 35).

Es besteht also ein Unterschied zwischen den zwei geradlinigen Polarisationen, der vom Standpunkte der Transversalschwingungshypothese nicht vorstellbar ist.

Wird das so polarisierte Licht durch eine Turmalinplatte abermals quer durchstrichen, so gibt die eine Art der linearen Polarisation ebensogut die physiologische und photographische Auslöschung des Lichtes wie die andere, weil hier wie dort kleine Quadrate übrig bleiben, die zu klein sind, um von einem perzipierenden Elemente des menschlichen Auges als Licht empfunden zu werden. Die Bilder dieser kleinen Flächen werden mit der dunkeln Umgebung im perzipierenden Elemente zur Empfindung der Dunkelheit, beziehungsweise zur Schwarzempfindung gemischt.

Das Glimmerblättchen als solches spielt selbstverständlich dabei keine wesentliche Rolle. Fresnel hat bekanntlich durch sein Parallelepiped zirkular polarisiertes Licht erzeugt. Indem er zwei Parallelepipede aufeinandersetzte, verwandelte er das zirkular polarisierte Licht in linear polarisiertes.

Man kann die Figuren 32 und 33 als ein allgemeines Schema der Phasenpolarisation behandeln. Hätte sich z. B. der Unterschied schon in Figur 32 zu 1 gegen $^3/_4$ entwickelt, so hätten wir in Figur 33 überall für $^7/_8$ den Wert $^3/_4$ und für $^3/_4$ den Wert $^1/_2$ einzusetzen. Die Phasen 1 und $^1/_2$ kompensieren sich, und als wirksamer Bestandteil bleiben nur schmale Felder der Phase $^3/_4$ übrig. Für die folgenden Zeitpunkte verschieben sich die Phasenwerte, aber nicht die Differenzen zwischen den Phasenwerten, so daß nur in den schmalen, jetzt mit $^3/_4$ zu bezeichnenden Feldern eine Wellenbewegung möglich bleibt.

75. Die drahtlose Telegraphie.

Wenn in einem Funkeninduktorium keraunische Materie von einer Kugel zur anderen überspringt und die keraunischen Atome während des Sprunges sich gegenseitig auseinanderstoßen, so erzeugen sie gewissermaßen ein kurzdauerndes keraunisches Hohlgefäß, das nach der Vollendung des Sprunges wieder in nichts verschwindet. Außerdem treibt die überspringende kerau-

nische Materie die Luft vor sich her. Der keraunische Funke ist ein Erschütterungszentrum für die Luft. Er ist ebenso ein Erschütterungszentrum für die aktinische Materie (für den Lichtäther).

Von dem Funken geht eine echte Welle aus, die keine elektrische oder keraunische, sondern eine echte Lichtwelle oder aktinische Welle ist, weil sie nicht aus keraunischen, sondern aus aktinischen Atomen (Atomen des Lichtäthers) geformt ist. Insofern aber diese aktinische Welle (Lichtwelle) nicht normalerweise durch die Eigenbewegung der chemischen Materie (durch einen glühenden Körper), sondern durch die keraunische (elektrische) Materie erzeugt wird, aus der der Funke besteht, insofern kann diese Lichtwelle elektrisch erzeugt heißen.

Die drahtlose Telegraphie bedient sich, wie es scheint, wesentlich einer anderen Materie als die Drahttelegraphie. Im Telegraphendrahte springt die keraunische Materie aus einer Elektrosphäre eines Metallmoleküles in eine andere. Daher muß die Leitung dem Drahte folgen. Für die keraunische Materie ist die Luft ein schlechter und das Metall ein guter Leiter. In der Drahttelegraphie wandert die keraunische Materie selbst. Die drahtlose Telegraphie hingegen sendet überhaupt keine keraunische Materie, sondern Stöße des Lichtäthers, das heißt, monenergetisch gesprochen, Wellen der aktinischen Materie in die Welt. Daher ist Metall für Licht ein schlechter und die durchsichtige Luft ein guter Leiter.

Die Länge der Hertzschen Wellen ist veränderlich. Sie hängt von der Geschwindigkeit der aktinischen Atome (Atome des Lichtäthers) und von den Intervallen der Funkenerzeugung ab. Die letztere Größe ist künstlich und daher veränderlich.

Die Hertzsche Welle besteht vom Standpunkte der Emissionshypothese aus periodisch wiederholten Stößen auf die aktinische Materie. Jeder Stoß bewirkt eine Häufung vieler aktinischer Atome, die aus demselben Zentrum kommend ein Verdichtungsmaximum darstellen, das in der Form einer Kugelwelle fortschreitet. Durch den Wechsel von Verdichtungsmaximum und Verdichtungsminimum für dieselbe Stelle des Raumes ergeben sich die longitudinalen Schwingungen, deren Periode mit der Abfolge der Funken übereinstimmt.

Bei dieser Emission handelt es sich nicht darum, daß ein menschliches Auge zum Sehen gebracht werde, sondern um den mechanischen starken Lichtstoß in der Empfängerstation.

Die große Zahl der im einzelnen Lichtstoße gehäuften aktinischen Atome kann von Bedeutung sein, wenn es sich um große Distanzen handelt, denen eine kleinere Menge nicht gewachsen ist, weil sie sich proportioniert zum Quadrate der Entfernung auflöst; außerdem kommt in Betracht, daß auch Materien durchdrungen werden, die für natürlich entstandenes Licht undurchdringbar sind.

Die Hauptschwierigkeit des ganzen Problems scheint mir nicht im Transporte zu liegen, sondern in der Wirkung auf den Fritter in der Empfangsstation. Ich möchte in folgender Weise argumentieren. Da die Geschwindigkeit der Übermittlung eines unsichtbaren Vorganges von der Absendestation an die Empfangsstation mit der Geschwindigkeit des Lichtes übereinstimmt, so wird die Übermittlung durch eine echte aktinische und nicht durch eine keraunische Welle besorgt werden. Die drahtlose und die drahtverwendende Telegraphie bedienen sich zur Leitung zweier wesentlich verschiedener Materien; die eine der aktinischen (des Lichtäthers) und die andere der keraunischen (des elektrischen „Fluidums").

Man müßte also annehmen, daß eine Lichtwelle auf den Fritter stößt. Der mechanische Stoß allein kann aber diese Wirkung nicht haben, denn der Fritter wird im Gegenteil durch das Abklopfen schlechter leitend gemacht.

Vor allem kann man vom Standpunkte der Emission und der longitudinalen Schwingungen annehmen, daß das fortschreitende Verdichtungsmaximum weit konzentrierter ist als beim natürlichen Lichte, weil Medien durchdrungen werden, die für das natürliche Licht undurchsichtig sind, und weil auch für die durchsichtigen Medien die Wirkung in weit größere Entfernungen reicht. Für das Auge sind allerdings diese Schwingungen mit niederen Schwingungszahlen und hohen Intensitäten ein Nichts. Würde die hohe Schwingungszahl der sichtbaren Strahlen erreicht werden können, dann wären die Wellen der drahtlosen Telegraphie von einer unerträglichen und blendenden Wirkung.

Der Zusammenhang zwischen dem unsichtbaren aber höchst

intensiven „Lichte" und dem verstärkten galvanischen Strome, der in der Empfangsstation durch den Fritter zu gehen hat, ist möglicherweise nicht durch die Identität der leitenden Materien, sondern geradezu leichter durch die scharfe Unterscheidung zwischen keraunischen und aktinischen Atomen in der Hypothese herzustellen.

Denken wir uns ein Schiff, das in schnellem Laufe den Ozean durchschneidet. Vor dem Buge bäumt sich beständig eine Wassermenge auf. Diese Wassermenge wird nicht von Europa nach Amerika mitgenommen; sie wird nur während der Fahrt beständig aufs neue gestaut, während sie andrerseits beständig um das Schiff herum abfließt.

Ähnliches wird von einer sehr dichten Licht-Kugelwelle gelten, wenn die Sache im Sinne der Emission und der longitudinalen Schwingung verstanden wird. Auch die Lichtwelle wird an jedem Punkte der Bahn keraunische Atome vorfinden, die ihr ebenso im Wege sind wie das Wasser dem Schiffe. Das einzelne keraunische Atom wird das einzelne aktinische Atom zur Umkehr nötigen. Sind aber viele aktinische Atome gehäuft, denen nur eine Minderzahl keraunischer Atome entgegenkommt, so wird die keraunische Materie vor der aktinischen gestaut wie das Wasser vor dem Schiffe. Das Wasser läuft zu beiden Seiten des Schiffes ab, während die keraunischen Atome durch die Zwischenräume zwischen den aktinischen hindurchgelangen können. Die weit langsamer gehenden keraunischen Atome werden von der Lichtwelle zurückgelassen wie das Wasser vom Schiffe.

Trifft die Lichtwelle in der Empfängerstation ein, so schiebt sie eine keraunische Stauung vor sich her, in die nun der Fritter eingetaucht wird. In diesem Augenblicke geht durch den Fritter ebenso ein größeres Quantum keraunischer Materie, als ob die galvanische Stromquelle verstärkt worden wäre. Jedes Molekül des Fritters verstärkt seine Elektrosphäre. In den aktiven Phasen wird naturgemäß in der Richtung des Stromes der Überschuss abgegeben. Die ganze Situation erinnert an einen abgesperrten Bach. Gelangt eine größere Wassermenge seitlich in das Bachbett, so nimmt das Wasser den normalen Lauf, wenngleich die normale Speisung abgesperrt bleibt.

Sobald die Stauung über den Fritter hinweggegangen ist, sollte dieser die Leitung wieder einstellen, weil die zu leitende Strommenge wieder klein geworden ist. Der Fritter ist aber durch die Leitung als solche verändert worden. Der Strom, der Teilchen der chemischen Materie abzureißen vermag, der einen Kohlenstift einerseits aushöhlt und die abgerissenen Teilchen auf den anderen Stift hinüberführt, wird auch das Feilicht des Fritters im Sinne einer besseren Leitungsfähigkeit zu ordnen vermögen, indem die Moleküle entsprechend gedreht und orientiert werden. Es ist daher verhältnismäßig ein leichteres Problem, warum der Fritter leitend bleibt und abgeklopft werden muß.

Sowie eine aktinische Welle in der keraunischen Materie eine Stauung erzeugen kann, die sie vor sich her schiebt wie ein Schiffsbug eine Wasserstauung, so kann auch umgekehrt die keraunische Materie eine fortschreitende Lichtwelle stauen.

Hierher scheint nun das interessante und wunderbare Phänomen zu gehören, das von Zeeman entdeckt wurde.

Bekanntlich entsteht Kadmiumdampf, wenn zwischen zwei Kadmiumdrähten elektrische Funken überspringen. Das glühende Kadmium ist im Spektroskope durch eine grüne Linie charakterisiert. Unter dem Einflusse eines starken Elektromagnetes verschwindet diese grüne Linie, wenn die Fortpflanzungsrichtung des Lichtes in der Richtung des einen Magnetpoles gegen den anderen gelegen ist. Es entstehen dafür zwei andere Linien, die zu beiden Seiten des Ortes der verschwundenen normalen Kadmiumlinie im Spektrum symmetrisch verteilt sind.

Nehmen wir an, das Licht bestünde wirklich in der Emission und Remission longitudinaler Wellen ohne transversale Schwingungen. Wir haben dann in einer fortschreitenden Kugelwelle einen Wechsel von Verdünnungs- und Verdichtungsschichten. Die Distanz zwischen zwei benachbarten Verdichtungsmaximen ist die Wellenlänge. Gerät nun die fortschreitende aktinische Welle in einen Raum, wo die keraunische Materie gehäuft ist, und der ein Magnetfeld heißen kann, so wird sich die Luftwelle an dem Magnetfelde stauen und durch das Magnetfeld langsamer hindurchgehen. Die wahren Eigengeschwindigkeiten der aktinischen Atome müssen dabei nicht kleiner werden. Wiederholte Brechungen der Wege der einzelnen Atome genügen, um die Fortpflanzungs-

geschwindigkeit des Verdichtungsmaximums oder einer Atomenhäufung herabzusetzen. Die gesamte Häufung als solche kommt langsamer vom Platze, wenn die einzelnen Elemente der Häufung ihre Wege brechen und vorübergehend auch rückläufig werden.

Vergleichen wir die hintereinander in gleichen Abständen ziehenden Verdichtungsschichten einer Kugelwelle mit Punkten, die in den Radien einer Kugel in gleichen Abständen hintereinander zentrifugal laufen, und greifen wir zur Durchführung des Gleichnisses einen dieser Radien heraus. Vergleichen wir ferner eine Buchstabenzeile dieses Buches mit einem Hindernisse, wodurch der Gang dieser Punkte verlangsamt wird. Ein Radius einer Kugelwelle gehe nun genau durch eine solche Buchstabenzeile. Es komme nun ein Punkt, der ein Verdichtungsmaximum bedeuten soll, an die Buchstabenzeile von links heran. In der Ebene der Buchseite mögen nun innerhalb dieses Radius und noch vor dem Eintritte in die Zeile die Punkte in gleichen Abständen von 100 cm mit gleichen Geschwindigkeiten herankommen. Diese Abstände seien ein Gleichnis für die Wellenlänge. Innerhalb der Zeile werde die Geschwindigkeit herabgesetzt, so daß die Punkte in Abständen von 90 cm aufeinander folgen würden, wenn die Zeile lang genug wäre. Die Wellenlänge ist daher innerhalb des Hindernisses verändert. Beim Austritte aus der Zeile wird die alte Geschwindigkeit wieder aufgenommen. Der erste austretende Punkt hat schon 100 cm zurückgelegt, bevor der zweite frei wird. Die ursprüngliche Wellenlänge ist wiederhergestellt.

Diese Wiederherstellung ist selbstverständlich, weil die wahren Eigengeschwindigkeiten der aktinischen Atome nicht verkleinert, sondern nur die Wege der Atome öfter gebrochen und daher stärker zerworfen wurden.

In dieser Weise können wir keine Veränderung der Wellenlänge herstellen, die nach dem Verlassen des Hindernisses erhalten bliebe. Das verzögernde durchlässige Medium kann den spektroskopischen Befund nicht ändern.

Nun erinnern wir uns daran, daß das Hindernis nicht aus Glas ist, sondern ein Magnetfeld sein soll. Ein Magnetfeld im besonderen und ein keraunischer Strom im allgemeinen unter-

scheiden sich von einem Stück Glas durch die Periodizität ihrer Existenz. Wir müssen also das Gleichnis so umgestalten, daß die Buchstabenzeile, die das Hindernis bedeutet, abwechselnd existiert und wiederum verschwunden ist.

Diese Periodizität kommt von dem Wechsel der Phasen der leitenden Moleküle her. Die keraunische Materie springt aus einer Elektrosphäre in die andere nur dann über, wenn sie ein System in der passiven Phase der Ladungsfähigkeit trifft. In der darauffolgenden Phase der aktiven Ladungsfähigkeit ist das Überspringen aufgehoben. Der keraunische Strom besteht eigentlich aus einer Summe atomisierter Entladungen, die eine Periode einhalten und nach derselben Richtung erfolgen.

Nehmen wir nun an, die Buchzeile existiere jetzt, und ein Punkt werde durch dieses Hindernis langsamer gemacht. In dem Augenblicke, wo der zweite Punkt, der in einer Entfernung von 100 cm folgt, die Zeile berührt, verschwinde diese. Der zweite Punkt geht daher mit unveränderter Geschwindigkeit durch den Ort durch, wo die Zeile war, während der erste Punkt die alte Geschwindigkeit wieder aufnimmt, nachdem seine Geschwindigkeit eine Zeitlang herabgesetzt war. Sind die Punkte von links nach rechts in der Distanz von 100 cm herangekommen, so gehen sie nach dem Verlassen der Buchseite rechts mit bleibend verringerten Distanzen und unverändert großer Geschwindigkeit weiter. Das heißt, wenn das Gleichnis übersetzt wird, ein periodisch existierendes Hindernis vermag die Wellenlänge eines durchgehenden Lichtes dauernd zu verändern. Die Veränderung ist dann natürlich spektroskopisch nachweisbar.

Die Welle ist in diesem Falle kürzer geworden. Nun nehmen wir also an, der zweite Punkt hätte die Buchseite in einem Augenblicke berührt, wo die Buchstabenzeile nicht existierte. Der zweite Punkt wird mit unveränderter Geschwindigkeit von links nach rechts gehen. In dem Augenblicke, wo der dritte Punkt die Buchseite berührt, sei das Hindernis wieder da; der zweite Punkt habe den Ort des periodisch auftretenden Hindernisses schon verlassen. Jetzt wird die Distanz des zweiten und dritten Punktes bedeutend vergrößert. Während der zweite Punkt eine Geschwindigkeit von 100 cm hat, hat der dritte eine solche

von 90 cm. Nach dem Verlassen des Hindernisses ist die Distanz zwischen diesen zwei Punkten dauernd vergrößert. Übersetzt man das Gleichnis, so heißt das, die Lichtwelle wurde durch das periodisch vorhandene verzögernde Medium ebenso dauernd länger, als sie früher dauernd kürzer gemacht wurde.

Wenn die Periode des Hindernisses zur Distanz dieser Punkte (also zur Wellenlänge) günstig geordnet ist und das Hindernis selbst scharf einsetzt und scharf erlischt, so werden die Punkte, die vorher in Distanzen zu 100 cm hintereinander gingen, jetzt abwechselnd 90 cm und 110 cm Distanz haben. Übersetzt man das Gleichnis, so heißt das, die ursprüngliche Wellenlänge wird spektroskopisch verschwinden und durch zwei Linien ersetzt sein, die symmetrisch um den Ort der normalen Linie verteilt sind.

Es sind hier nicht zwei neue ganze Wellen entstanden, sondern eine neue von besonderem Baue, worin immer eine größere Wellenlänge mit einer kleineren abwechselt. Das Spektroskop zerspaltet diese eine ganze Lichtwelle in zwei halbe, von denen jede aus gleich langen Wellen besteht, die aber nicht lückenlos aufeinanderfolgen.

Lassen wir nun den Punkt nicht durch eine Zeile gehen, sondern durch zwei Zeilen; also, um im Gleichnisse zu bleiben, über zwei nebeneinander aufgeschlagene Seiten eines Buches. Denken wir uns, das Hindernis hätte nicht nur eine Periodizität, sondern auch eine Struktur.

Nach dem Verlassen der ersten Seite sei die Distanz zwischen den Punkten auf 90 cm heruntergesetzt worden. Rücken wir die zwei Seiten des Buches, das wir auch zerschneiden können, weit genug auseinander; machen wir die andere Seite des Buches so schmal, wie es die Rechnung erfordert. Nun kann sich das alte Spiel wiederholen. Der erste Punkt dringt in das Hindernis ein und seine Geschwindigkeit wird abermals herabgesetzt, zum Beispiel auf 80 cm. Der zweite Punkt trifft das Hindernis nicht mehr an. Die Distanz zwischen dem ersten und zweiten Punkte wird nach dem Verlassen des Hindernisses abermals dauernd verkleinert bleiben. Das zweite Hindernis muß nicht durch seine Breite allein wirken. Es kann auch sein, daß die Zeit, während der das Hindernis noch besteht, kleiner

ist. Die kleinere Zeit wirkt dann ebenso wie ein schmäleres Hindernis.

In analoger Weise kann durch die Struktur des Hindernisses eine zweimalige Verlängerung der Distanz erfolgen. Ist zum Beispiel das Hindernis nach Art eines Hohlkörpers beschaffen, so wird das Licht zwei Wandungen zu durchdringen haben. Nicht bloß die Struktur, auch die Periodizität kann die Veränderung der Wellenlänge wiederholen. Das Hindernis kann in dem Orte, den das Licht durchdringt, zweimal existieren, bevor das Licht diesen Ort verlassen hat. Die Periodizität kann daher ohne eine Mitwirkung der Struktur den Prozeß der Wellenänderung vervielfachen, aber auch mit ihr.

Wenn der keraunische Strom einen keraunischen Hohlraum hat, so wird der Erfolg wesentlich anders sein, je nachdem die Fortpflanzungsrichtung der Lichtwelle quer durch den keraunischen Strom geht, oder längs seiner, oder schief durch ihn.

Wir werden, um auf das Gleichnis zurückzukommen, vier Distanzen zwischen den Verdichtungspunkten haben, und zwar 120, 110, 90 und 80. Manche Punktpaare werden die Verschiebung ihrer Distanzen zweimal erfahren haben und manche nur einmal.

Es hängt nur von der Struktur und von der Periodizität ab, ob nicht eine dreimalige dauernde Veränderung der Wellenlänge erzeugt wird.

Es kann auf diese Art eine verlängerte Welle wieder verkürzt werden und aus 110 wieder 100 werden.

Übersetzen wir das Gleichnis, so erhalten wir folgendes. Ein periodisch existierendes verzögerndes Medium (wie etwa ein Magnetfeld) vermag eine Lichtwelle dauernd so umzuformen, daß die fortschreitende Kugelwelle aus Schichten abwechselnd ungleicher Wellenlänge gebildet ist. Ein Spektroskop wird diese Welle in Teilwellen zerlegen, denen die Spektrallinien entsprechen. Je nach der Struktur und der Periodizität des verzögernden Mediums wird die normale Spektrallinie entweder verschwinden oder erhalten bleiben, oder durch Kompensationen der Wellenlängenveränderungen wiederhergestellt werden. Um den Ort der normalen Spektrallinie herum werden andere Linien sym-

metrisch in der Einzahl oder in der Mehrzahl auf jeder Seite auftreten.

Das stimmt auch mit den Tatsachen des Zeemanschen Phänomenes überein. Kadmium zeigt, wenn das Licht senkrecht zum Magnetfelde gerichtet ist, zwei seitliche Linien und die normale; wenn hingegen das Licht in der Richtung der Pole geht, nur die seitlichen Linien, während die normale Linie verschwindet. Die Natriumlinie D_1 wird durch vier, die Natriumlinie D_2 durch sechs, die grüne Kadmiumlinie durch zwei Seitenlinien ersetzt.

Hierher gehört offenbar auch die Drehung der Polarisationsebene des Lichtes durch elektrische Ströme. Die Drehung der Polarisationsebene durch die chemische Materie, wie zum Beispiel durch Quarz, beruht in letzter Linie, wie früher erläutert wurde, auf der gewöhnlichen Brechung einer schiefwinklig einfallenden Lichtebene, wenn nur die Brechung genügend oft in kleinem Raume wiederholt wird. Auch der keraunische Strom wird so gut wie die chemische Materie den Gang des Lichtes beeinflussen müssen, weil auch die keraunischen Atome größer sind und mehr Masse haben als die aktinischen. Sobald die keraunischen Atome nicht nach allen Richtungen gleichmäßig verteilt fliegen, sondern nach derselben Richtung strömen, sobald ist auch der Lichtweg nach einer bestimmten Richtung beeinflußt. Was gegen den keraunischen Strom geht, wird um so mehr verzögert, je näher es dem direkten Gegensatze gegen die Stromrichtung kommt. Die keraunische Materie kann nicht ebenso wirksam sein wie die chemische, weil sie weniger Amerenmasse hat. Es wäre ein Wunder, wenn die Polarisationsebene nicht durch elektrische Ströme gedreht würde; daß sie aber gedreht wird, darin liegt ein Wahrscheinlichkeitsbeweis dafür, daß eine von der aktinischen Materie wesentlich verschiedene dichtere keraunische Materie existiert. Wer wollte denn auch schließen: die Polarisationsebene wird durch Quarz gedreht, also besteht Quarz aus Licht? Die Polarisationsebene wird durch elektrische Ströme gedreht, also ist Licht und Elektrizität an einen identischen Träger gebunden?

Es ist allerdings heute eine schwere Sache, die Remissionshypothese und die longitudinale Welle ohne Transversal-

schwingung zur Erklärung der gehäuften Tatsachen kurzweg heranzuziehen. Man müßte zeigen, daß sie hier und dort und überall zulänglich sei und müßte die Einzelheiten bringen. Schwierig ist dieser Nachweis nicht, aber er erfordert viel Zeit. Diese Hypothese gleicht einem lange verlassenen brach liegenden Felde, daß erst neuerdings in die Kultur genommen werden müßte, dann aber wahrscheinlich fruchtbarer sein dürfte als das bisher bebaute.

Register.

Äther und Gas; Unterschied 113.
Ätherflüssigkeiten 195.
Affinitätschemie 173.
Agglomeration im Gegensatze zur Aggregation 203.
Aggregate erster Ordnung (chemische Prothyleinheiten, Elektrizitätsatome, „aktinische“ Atome) 91.
— zweiter Ordnung (Atomogene) 124.
— dritter Ordnung (chemische Atome im engeren Sinne) 133.
— vierter Ordnung (Gasmoleküle) 158.
— fünfter Ordnung (Moleküle der wäßrigen Flüssigkeiten) 184.
— sechster Ordnung (Moleküle der Öle, Äther und des flüssigen Quecksilbers, sowie der festen Körper) 194.
— siebenter Ordnung (feste Körper) 199.
Aggregation im Gegensatze zur Agglomeration 203.
Aktinische Atome 91.
— Materie (Lichtäther) 376.
Amer 91.
Ampère (Maßeinheit) 365, 372.
Ampères Erklärung des Magnetismus 353.
Atome, aktinische (Lichtätheratome) 91.
—, chemische 133.
—, keraunische (Elektrizitätsatome) 281.
Atomogen 124.
Avogadros Hypothese 141, 148.

Ballung der Uratome 62.
Bindung der Elektrizität 286.

Chemische Atome 133.
Chemismus, drei Arten 169.
— und elektrische Ladung 323.
Coulomb (Maßeinheit) 365, 372.

Dampf und Gas, Unterschied 192.
Diamagnetismus 361.
Drahtlose Telegraphie 405.

Eigengeschwindigkeit der Aggregate erster Ordnung 98.
— der festen Körper 202.
— der Uratome und ihrer Ballungen 71, 89.
Eigenwärme der Gasmoleküle 142.
— der Gestirne 145.
Elektrische Ladung und Chemismus 323.
Elektrisches Ladungs- und Leitungsvermögen 303.
Elektrizitätsatome 91.
Elektrizitätsmaterie 281.
Elementenbildung 133.
Emissionshypothese des Lichtes 378.
Energetisches oder atomisches Weltbild? 16.
Entropie 262.

Falles, Erzeugung des freien 216.
Fallgeschwindigkeiten, Gleichheit der 228.
Farad (Maßeinheit) 374.

Faradayscher Raum 329.
Farbenzerstreuung durch Polarisation 395.
Flüssigkeiten 185, 195.

Gas und Äther, Unterschied 113.
— und Dampf, Unterschied 192.
Gaskugel aus Gas erster Ordnung (Prothylgas) 113.
— aus Gas zweiter Ordnung (Atomogengas) 133.
— aus Gas dritter Ordnung (atomisiertes Gas) 145.
— aus Gas vierter Ordnung (molekularisiertes Gas) 165.
Gasmoleküle 158.
Generatio spontanea des Moleküles 172.
Gleichrichtung der zerworfenen Eigenrichtungen in festen Körpern 213.

Hittorfscher dunkler Raum 331.
Hypothese, psychologischer Charakter 1.
—, Gegensatz zur Naturforschung 7.
Hypothetik, Grundsätze 14.

Kathodenstrahlen 327.
Keraunische Atome 281.
— Temperatur 286.
Keraunisches Vakuum 297, 328.
Kohlenstoff, Strukturformel des Atomes 140.
Kometengestalt 165.
Kosmorganischer Zustand 151.
Kreisläufe in den Bewegungsserteilungen 249.
Kugelwellen, keine rückschreitenden, des Lichtes 383.
—, sekundäre, des Lichtes 383.

Leitungswiderstand, galvanischer 367, 369.
Lichtreflexion 384.

Magnetismus 353.
Metaphysik der Materie 7.
Metaphysik, substruierende 7.
Moleküle s. Aggregate der vierten bis sechsten Ordnung.
Mond, die vermutliche Ursache der langsamen Rotation 151.

Naturphilosophie im Gegensatze zur Naturforschung 7.

Öle 195.

Paramagnetismus 361.
Philosophie der unbelebten und der belebten Materie 12.
Phosphor, Strukturformel des Atomes 140.
Polarisation, lineare 390.
—, zirkulare 399.
Potential 374.
Prothyl 1, 91, 113.

Quecksilber 195.

Radiation der Bahnen der Uratome 85.
Radiumstrahlen 337.
Reflexion des Lichtes 384.
Revolution eines Himmelskörpers 249.
Röntgenstrahlen 333.
Rotation eines Himmelskörpers 249.
Rotationsdispersion 395.

Salzlösungen 185.
Sauerstoff, Strukturformel des Atomes 138.
Schwere, Erzeugung der 216.
Sonnenwärme, Quelle 145.
Spannung 370.
Stickstoff, Strukturformel des Atomes 139.
Stoß zwischen festen Körpern 230.
Strom, der einfachste geradlinige 314.
—, der im Kreise geschlossene 317.
Stromintensität 365.
Strommenge 365.
Stromspannung 370.
Stromstärke 365.

Temperatur der keraunischen Materie 286.

Undulationshypothese des Lichtes 378.
Undurchdringlichkeit der festen Körper und der Aggregate überhaupt 238.
Uratome 21, 30, 31.
Urstoßgesetz = Stoßgesetz für Uratome 34.

Vakuum, keraunisches 297, 328.
Volt (Maßeinheit) 372.

Wachstum der Aggregate erster Ordnung 99.
—, Grenze dieses 111.
Wachstum der Uratomenballungen 67.
—, Grenze dieses 71.
Wägbarkeit 241.
Wärme als Innenbewegung 112.
— jede Aggregationsordnung hat ihre Innenbewegung 208.
Wasserstoff, Strukturformel des Atomes 136.
Weltende, Problem der räumlichen und zeitlichen Endlichkeit der Welt 272.

Zeemans Phänomen 409.





